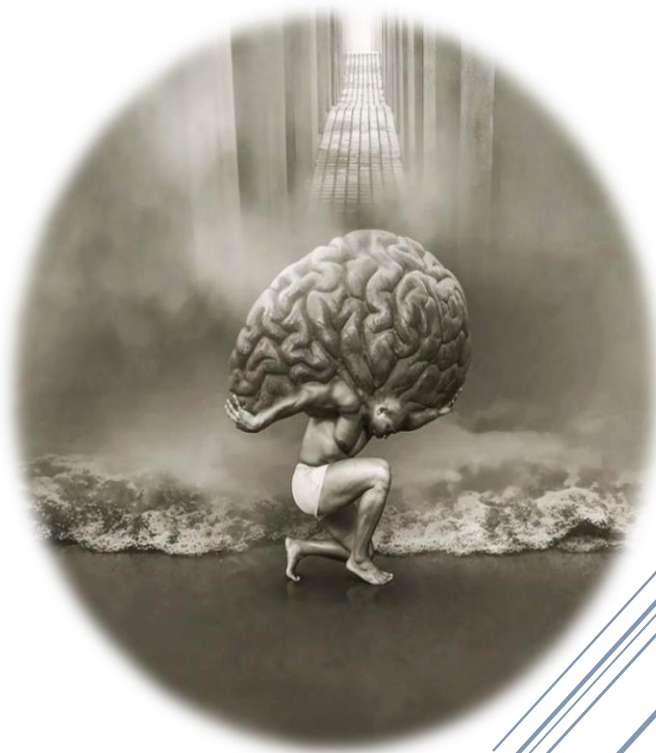




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΠΜΣ «ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΗΝ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ»



“ΑΓΓΕΚΟΝΣΗΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΜΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ”

(ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)

Νικολάου Κ. Γεωργία (ΑΜ. 1910)

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

Δρ. Λαβδάς Ελευθέριος
Αναπληρωτής Καθηγητής
Διευθυντής του Τμήματος Ακτινολογίας και Ακτινοθεραπείας

ΑΘΗΝΑ 2022

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υπογράφουσα Νικολάου Γεωργία του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου 1910, φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ», του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗΣ, της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι :

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από της οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

Ημερομηνία

Η δηλούσα



Το μυαλό αναπτύσσεται με το σώμα, και μαζί μ’ αυτό εκφυλίζεται.

Λουκρήτιος, 94-55 π.Χ.

Η παρούσα εργασία αφιερώνεται στους γονείς μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η κατανόηση της έννοιας και της χρησιμότητας, αλλά και η μελέτη πρωτόκολλων και περιστατικών, της μαγνητικής τομογραφίας στην απεικόνιση του εγκεφάλου.

Για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής, έγινε αναζήτηση του επιστημονικού υλικού από βιβλιογραφία, άρθρα και παρακολούθηση διεξαγωγής ορισμένων εξετάσεων σε τμήμα μαγνητικού τομογράφου.

Στο πρώτο κεφάλαιο προσδιορίζονται ο ορισμός, οι τύποι, τα βασικά τμήματα, η ασφάλεια, καθώς και οι βασικές αρχές λειτουργίας των μαγνητικών τομογράφων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζονται η ανατομία, η φυσιολογία του εγκεφάλου και του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ). Ακόμη, παρουσιάζονται ορισμένες εικόνες ακτινοανατομίας του εγκεφάλου με μαγνητική τομογραφία, προς κατανόηση της ανατομίας του.

Συνεχίζοντας την ανασκόπηση, στο τρίτο κεφάλαιο υπογραμμίζονται η διαδικασία εξέτασης ρουτίνας του εγκεφάλου και οι βασικές ακολουθίες του πρωτοκόλλου αυτού. Επιπλέον, αναλύονται ορισμένες σύγχρονες απεικονιστικές τεχνικές του εγκεφάλου με εξέταση μαγνητικής τομογραφίας.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο περιγράφονται και παρουσιάζονται με εικόνες μαγνητικής τομογραφίας ορισμένες παθήσεις του εγκεφάλου. Επιπλέον, αναλύονται ορισμένες απαιτούμενες παράμετροι για την σωστή ανάδειξη και διάγνωση αυτών των παθήσεων στις διάφορες ακολουθίες πρωτοκόλλων του μαγνητικού συντονισμού.

Λέξεις κλειδιά: Μαγνητική Τομογραφία (ΜΤ), Εγκέφαλος, Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), Πρωτόκολλα ΜΤ, Ακολουθίες ΜΤ, Παράμετροι ΜΤ, Τεχνικές ΜΤ, Παθήσεις του εγκεφάλου

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to comprehend the concept and usefulness, along with the examination/investigation/analysis of protocols and cases, of magnetic resonance in brain imaging.

To accomplish this a literature review was performed along with observing the conduction of examinations at an MRI department.

In the first chapter, the definition, the types, the basic parts, the safety, as well as the basic principles of operation of the MRI are determined.

In the second chapter, anatomy and physiology of the brain and the Central Nervous (CNS) are presented and analysed. In addition, X-ray images of the brain, taken with magnetic resonance imaging, are presented to understand its anatomy.

Continuing the review, third chapter focused on the process of routine brain examination and the basic sequences/steps of this protocol. In addition, modern brain imaging techniques are analysed with magnetic resonance imaging

Finally, in the fourth chapter a number of brain diseases are analysed and presented with magnetic resonance imaging. Additionally, the required parameters for the correct identification of these diseases in the various sequences of magnetic resonance protocols are being determined.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging (MRI), Brain, Central Nervous System (CNS), MRI Protocols, MRI Sequences, MRI Parameters, MRI Techniques, Brain Diseases

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, στάθηκαν δίπλα μου πολλοί συνάδελφοι και φίλοι, που ο καθένας τους με πολλή αγάπη και δημιουργικότητα στήριξαν την προσπάθειά μου και βοήθησαν ως προς την ολοκλήρωσή της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω το τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής και τους καθηγητές μου που στάθηκαν αρωγοί, ώστε να εξελίξω την εκπαίδευσή μου και τις γνώσεις μου, ως μεταπτυχιακή φοιτήτρια .

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον Αναπληρωτή καθηγητή και Διευθυντή του τμήματος Ακτινολογίας και Ακτινοθεραπείας, κύριο Λαβδά Ελευθέριο, επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας για την εποπτεία που ανέλαβε και την ευκαιρία που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την εργασία αυτή, σε μια πολύ δύσκολη περίοδο που διανύουμε με την πανδημία της Covid-19.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου για την στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου δείχνουν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου, προπτυχιακά και μεταπτυχιακά. Χωρίς αυτούς, δεν θα μπορούσα να βρίσκομαι σε αυτήν την θέση. Εκτός όμως από την πολύτιμη στήριξή τους στις σπουδές μου, αξιοσημείωτη είναι η προσπάθειά τους να μου δώσουν όλα τα απαραίτητα εφόδια, ώστε να γίνομαι όσο το δυνατόν καλύτερος και πιο σωστός άνθρωπος.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟ	17
1.1 Γενικά	17
1.2 Τύποι Μαγνητικών Τομογράφων.....	18
1.3 Βασικά τμήματα Μαγνητικών Τομογράφων	20
1.4 Βασικές αρχές λειτουργίας ενός μαγνητικού τομογράφου.....	24
1.5 Χωρική καταγραφή και σχηματισμός εικόνας μαγνητικού τομογράφου.....	31
1.6 Μέτρα ασφαλείας στον Μαγνητικό Τομογράφο.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ	39
2.1 Γενικά	39
2.2 Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (Κ.Ν.Σ.)	40
2.3 Στοιχεία ατομικής και φυσιολογίας του εγκεφάλου.....	41
2.4 Αιμάτωση του εγκεφάλου	48
2.5 Ακτινοανατομία εγκεφάλου	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΤΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	62
3.1 Διαδικασία εξέτασης	62
3.2 Βασικές ακολουθίες απεικόνισης του εγκεφάλου με μαγνητική τομογραφία	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΑΥΤΩΝ ΜΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	90
4.1 Κεφαλαλγία - Ημικρανία	90
4.2 Εγκεφαλικό τραύμα.....	93
4.3 Επιληψία	95
4.4 Αγγειακές δυσπλασίες και Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.....	97
4.5 Αποφρακτική Υδροκεφαλία	102
4.6 Λοιμώξεις του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ).....	104
4.7 Όγκοι εγκεφάλου	107
4.8 Πολλαπλή Σκλήρυνση (Multiple Sclerosis -MS)	113
4.9 Νόσος Alzheimer.....	115
4.10 Νόσος του Πάρκινσον (Parkinson Disease -PD)	118
4.11 Ψυχιατρικά νοσήματα	120
4.12 Παθήσεις υποφύσεως	125
4.13 Παθήσεις οφθαλμών.....	126
4.14 Παθήσεις ακουστικών πόρων.....	130
4.15 Παθήσεις σπλαχνικού - προσωπικού κρανίου.....	132
Βιβλιογραφία.....	138

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1 : Μαγνητικός τομογράφος κλειστού τύπου.....	19
Εικόνα 1.2 : Μαγνητικός τομογράφος ανοιχτού τύπου.....	20
Εικόνα 1.3 : Πηνίο κεφαλής 32 καναλιών	21
Εικόνα 1.4 : Πηνίο κεφαλής - τραχήλου 20 (16+4) καναλιών.....	21
Εικόνα 1.5 : Πουάρ ειδοποίησης	22
Εικόνα 1.6 : Ακουστικά εξεταζόμενου- συνοδού και ωτοασπίδες	22
Εικόνα 1.7 : Respirator και cardiac triggering.....	23
Εικόνα 1.8 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας T1 προσανατολισμού.....	30
Εικόνα 1.9 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας T2 προσανατολισμού	30
Εικόνα 1.10 : Ετικέτες προειδοποίησης που δηλώνουν το επίπεδο συμβατότητας με τον εξοπλισμό του μαγνητικού τομογράφου.....	35
Εικόνα 2.1 : Ανατομικό παρασκεύασμα εγκεφάλου. Απεικόνιση της κάτοψης του εγκεφάλου με τις βασικές αρτηρίες	40
Εικόνα 2.2 : Ανατομικό παρασκεύασμα εγκεφάλου. Οβελιαία τομή εγκεφαλικού παρεγχύματος , στο οποίο απεικονίζεται η λευκή και η φαιά ουσία.....	41
Εικόνα 2.3 : Ανατομικό παρασκεύασμα παρεγκεφαλίδας	46
Εικόνα 2.4 : Ανατομικό παρασκεύασμα εγκεφάλου-μεσολόβιου.....	48
Εικόνα 2.5 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκάρσιες (axial) τομές εγκεφάλου.....	51
Εικόνα 2.6 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκάρσιες (axial) τομές εγκεφάλου.....	52
Εικόνα 2.7 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκάρσιες (axial) τομές εγκεφάλου.....	54
Εικόνα 2.8 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας στεφανιαίες (coronal) τομές εγκεφάλου.....	55
Εικόνα 2.9 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας στεφανιαίες (coronal) τομές εγκεφάλου.....	56
Εικόνα 2.10 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας οβελιαίες (sagittal) τομές εγκεφάλου.....	58
Εικόνα 2.11 : Εικόνες μαγνητικής αγγειογραφίας (αρτηριογραφίας) εγκεφάλου.....	59
Εικόνα 2.12 : Εικόνες μαγνητικής αγγειογραφίας (φλεβογραφίας) εγκεφάλου.....	60

Εικόνα 3.1 : Ερωτηματολόγιο ασφαλείας για την πραγματοποίηση μαγνητικής τομογραφίας.....	62
Εικόνα 3.2 : Τοπόγραμμα εγκεφάλου σε τρία επίπεδα x,y,z μαγνητικής τομογραφίας.....	65
Εικόνα 3.3 : Γραφικός σχεδιασμός εγκεφάλου για λήψεις εικόνων σε εγκάρσιο επίπεδο.....	65
Εικόνα 3.4 : Γραφικός σχεδιασμός εγκεφάλου για λήψεις εικόνων σε οβελιαίο επίπεδο.....	65
Εικόνα 3.5 : Γραφικός σχεδιασμός εγκεφάλου για λήψεις εικόνων σε στεφανιαίο επίπεδο.....	66
Εικόνα 3.6 : Δεσμιδογραφία (fiber tracking) φυσιολογικού μεσολόβιου ενηλίκου σε οβελιαία τομή σε μαγνητικό τομογράφο 3.0T.....	75
Εικόνα 3.7 : Δεσμιδογραφία (fiber tracking) φυσιολογικού μεσολόβιου ενηλίκου σε εγκάρσια τομή σε μαγνητικό τομογράφο 3.0T.....	76
Εικόνα 3.8 : Δεσμιδογραφία (fiber tracking) φυσιολογικού μεσολόβιου ενηλίκου σε στεφανιαία τομή σε μαγνητικό τομογράφο 3.0T.....	76
Εικόνα 3.9 : Δεσμιδογραφία (fiber tracking) φυσιολογικού μεσολόβιου ενηλίκου με προβολή σε οβελιαία τομή σε μαγνητικό τομογράφο 3.0T.....	77
Εικόνα 3.10 : Δεσμιδογραφία (fiber tracking) φυσιολογικού μεσολόβιου ενηλίκου με προβολή σε εγκάρσια τομή σε μαγνητικό τομογράφο 3.0T.....	77
Εικόνα 3.11 : Δεσμιδογραφία (fiber tracking) φυσιολογικού μεσολόβιου ενηλίκου με προβολή σε στεφανιαία τομή σε μαγνητικό τομογράφο 3.0T.....	78
Εικόνα 3.12 :Εντοπισμένη single-volume ΦΜΣ.....	81
Εικόνα 3.13 :Βασική αρχή ASL.....	82
Εικόνα 3.14 : ASL μίας φάσης με την χρήση pCALS και πολλαπλών φάσεων με μέθοδο STAR.....	83
Εικόνα 3.15 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας Dixon , T1 και T2 χωρίς καταστολή σήματος του λίπους, εγκάρσια τομή.....	88
Εικόνα 3.16 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας Dixon , T1 και T2 με καταστολή σήματος του λίπους, εγκάρσια τομή.....	88
Εικόνα 3.17 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας Dixon , T1 και T2 χωρίς καταστολή σήματος του λίπους, στεφανιαία τομή.....	88

Εικόνα 3.18 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας Dixon , T1 και T2 με καταστολή σήματος του λίπους, στεφανιαία τομή εγκεφάλου σε ασθενή με γερίνωμα πριν και μετά τη χορήγηση παραμαγνητικής.....	89
Εικόνα 4.1 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε εγκάρσιο επίπεδο σε ασθενή με ημικρανία.....	90
Εικόνα 4.2 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε εγκάρσιο επίπεδο διάχυτου αξονικού τραυματισμού.....	93
Εικόνα 4.3 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε εγκάρσιο επίπεδο σε ασθενείς με χρόνια υποσκληρίδιο αιμάτωμα με fast saturated FLAIR ακολουθία...	94
Εικόνα 4.4 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας σε ασθενή με επιληπτικές κρίσης λόγω διάχυτου διηθητικού αστροκυττώματος.....	96
Εικόνα 4.5 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με υποξύ έμφρακτο	98
Εικόνα 4.6 : Εικόνες σε εγκάρσιο επίπεδο fat-sat turbo FLAIR με εστίες απομυελίνωσης και εμφράκτων , ως αποτέλεσμα μικροαγγειακής νόσου.....	99
Εικόνα 4.7 : Εικόνες σε εγκάρσιο επίπεδο fat-sat turbo FLAIR και μαγνητικής επιδεκτικότητας (SWI) με μικρές αιμορραγίες.....	99
Εικόνα 4.8 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με σύνδρομο Sturge- Weber με σύμπλοκη παράπλευρη φλεβική απορροή.....	100
Εικόνα 4.9 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας και αγγειογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με μεταλοιμώδη αγγειίτιδα	100
Εικόνα 4.10 : Εικόνα ToF μαγνητικής αγγειογραφίας προβολής μέγιστης έντασης MIP σε ανευρύσματα και απεικόνιση τεχνικών σφαλμάτων.....	101
Εικόνες 4.11 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με αποφρακτική υδροκεφαλία	102
Εικόνα 4.12 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με μηνιγγίτιδα.....	104
Εικόνα 4.13 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με εχινοκοκκίαση.....	105
Εικόνα 4.14 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με HIV εγκεφαλίτιδας.....	105
Εικόνα 4.15 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με υποσκληρίδιο εμπύημα και ενδοεγκεφαλικό απόστημα.....	106

Εικόνα 4.16 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας σε ασθενή με μεταστατική νόσο από προυπάρχοντα καρκίνο του πνεύμονα.....	108
Εικόνα 4.17 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με γερμίνωμα. Εικόνες πριν και μετά από χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας.....	108
Εικόνα 4.18 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας με πρωτοπαθείς λεμφώματα. Εικόνες πριν και μετά από χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας.	109
Εικόνα 4.19 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με ευμεγέθους μηνιγγίωμα πριν και μετά την χορήγηση παραμαγνητικής τομογραφίας.....	109
Εικόνα 4.20 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με επενδύωμα πριν και μετά την χορήγηση παραμαγνητικής τομογραφίας.....	110
Εικόνα 4.21 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με αναπλαστικό ολιγοδενδρογλοίωμα εικόνες πριν και μετά την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας.....	110
Εικόνα 4.22 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με γλοιοβλάστωμα....	111
Εικόνα 4.23 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με Σκλήρυνση Κατά Πλάκας (ΣΚΠ).....	113
Εικόνα 4.24 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με νόσο Alzheimer.....	115
Εικόνες 4.25 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με νόσο Alzheimer.....	116
Εικόνα 4.26 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με νόσο Alzheimer.....	117
Εικόνα 4.27 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με νόσο του Parkinson.....	119
Εικόνα 4.28 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενείς με διπολική διαταραχή.....	121
Εικόνα 4.29 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας για την αξιολόγηση του εγκεφάλου για τις ανωμαλίες της διπολικής διαταραχής (BD).....	122
Εικόνα 4.30 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας φυσιολογικού εγκεφάλου και εγκεφάλου σχιζοφρενικού ασθενούς.....	123
Εικόνα 4.31 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με αδένωμα της υποφύσεως.....	125

Εικόνα 4.32 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας σε ασθενή με αδένωμα της υποφύσεως μετά την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας	125
Εικόνα 4.33 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με κογχικό αιμαγγείωμα πριν και μετά την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας.....	128
Εικόνα 4.34 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με θυρεοειδική οφθαλμοπάθεια (νόσος του Graves).....	128
Εικόνα 4.35 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με λέμφωμα οφθαλμικού κόγχου.....	129
Εικόνα 4.36 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με οξεία μέση ωτίτιδα ή μαστοειδίτιδα.....	130
Εικόνα 4.37 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με καρκίνωμα του ρινοφάρυγγα	132
Εικόνα 4.38 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με καρκίνωμα στην ρινική κοιλότητα.....	133

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Διαφορές μεταξύ spin echo και gradient echo ακολουθίας.....	28
Πίνακας 3.1 : Πίνακας με την ταχεία απώλεια του σήματος της απόσβεσης ελεύθερης επαγωγής.....	72
Πίνακας 4.1 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης της κεφαλαλγίας – ημικρανίας.....	91
Πίνακας 4.2 : Παράμετροι των ακολουθιών για το πρωτόκολλο απεικόνισης της κεφαλαλγίας –ημικρανίας.....	92
Πίνακας 4.3 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης του εγκεφαλικού τραύματος.....	94
Πίνακας 4.4 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης της επιληψίας.....	97
Πίνακας 4.5 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης των αγγειακών δυσπλασιών.....	101
Πίνακας 4.6 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης της αποφρακτικής δυσπλασίας.....	103
Πίνακας 4.7 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης των λοιμώξεων του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος.....	106
Πίνακας 4.8 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης σε πρωτοπαθείς και δευτεροπαθείς όγκους του εγκεφάλου.....	111
Πίνακας 4.9 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης της πολλαπλής σκλήρυνσης.....	114
Πίνακας 4.10 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης του Alzheimer.....	117
Πίνακας 4.11 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης του Parkinson.....	119
Πίνακας 4.12 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης σε ψυχιατρικά νοσήματα.....	124
Πίνακας 4.13 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης της υπόφυσης του....	126
Πίνακας 4.14 : Παθήσεις των οφθαλμών.....	127
Πίνακας 4.15 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης των οφθαλμικών κογχών.....	129
Πίνακας 4.16 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης των ακουστικών πόρων.....	131
Πίνακας 4.17 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης του σπλαχνικού κρανίου.....	133

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας, συχνά γίνεται λόγος για διάφορες παθήσεις του εγκεφάλου, όπως οι όγκοι, τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, τα ανευρύσματα, οι εγκεφαλικές λοιμώξεις κτλ. Οι αιτίες πρόκλησης των παραπάνω, σχετίζονται με πολλούς παράγοντες, δηλαδή βιολογικούς, ψυχολογικούς, κοινωνικούς, περιβαλλοντικούς, οι οποίοι αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους καθορίζοντας την προδιάθεση και τελικά την εμφάνιση συμπτωμάτων των διάφορων παθήσεων.

Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται η ανάγκη για κατανόηση, πρόληψη και τελικά, αντιμετώπιση των παθήσεων αυτών. Πρωταρχικό ρόλο κατέχει η απεικόνιση του εγκεφάλου με τα κατάλληλα συστήματα, ώστε να ανακαλυφθεί τυχόν παθολογία, ο βαθμός εξέλιξής της αλλά και η διαφοροδιάγνωσή της από άλλες παθήσεις με παρόμοια συμπτώματα και χαρακτηριστικά.

Η απεικόνιση με Μαγνητικό Συντονισμό (Magnetic Resonance Imaging- MRI), αποτελεί πλέον, ένα σύγχρονο και έγκυρο μέσο απεικόνισης των ανατομικών περιοχών του εγκεφάλου, καθώς παρέχει εικόνες με υψηλή ευκρίνεια των δεδομένων. Παλαιότερα, η λειτουργική διεύρυνση του εγκεφάλου πραγματοποιούνταν με εξετάσεις, όπως το εγκεφαλογράφημα ή αξονική τομογραφία, ή τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων με χρήση ραδιοφαρμάκων, οι οποίες προσφέρουν ευρήματα χαμηλότερης διακριτικής ικανότητας 5-10mm.

Η Μαγνητική τομογραφία είχε ταχεία εξέλιξη, χάρη σε καινούριες μεθόδους και τεχνικές που ανακαλύφθηκαν. Έτσι, γίνεται η απεικόνιση της παθολογίας μη επεμβατικά, χωρίς χρήση ιοντιζουσών ακτινοβολιών και με πολύ λεπτές τομές. Ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται η μαγνήτιση, ο κάθε ιστός αντιδρά και απεικονίζεται διαφορετικά ώστε να γίνει η σωστή διάγνωση της παθολογίας.

Η παρούσα διπλωματική, έχει σκοπό να παρουσιάσει τις βασικές αρχές μαγνητικής τομογραφίας, να περιγράψει και να αναλύσει τα τμήματα, τους τύπους, την ασφάλεια, τα πρωτόκολλα, τις βασικές και μη ακολουθίες της. Επιπλέον, αναλύεται ο τρόπος που λαμβάνεται το σήμα και τελικά πως σχηματίζεται η εικόνα προς διάγνωση.

Έπειτα, αναλύονται παρουσιάζονται και αναλύονται η ανατομία και η φυσιολογία του εγκεφάλου, δίνοντας έμφαση στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ). Για την ολοκληρωμένη κατανόηση της θέσης κάθε ανατομικής εγκεφαλικής περιοχής σε μια εικόνα μαγνητικής τομογραφίας, παρατίθενται ορισμένες εικόνες στα τρία επίπεδα x,y,z, ακτινοανατομίας.

Σκόπιμη είναι η αναφορά και ανάλυση του πρωτοκόλλου του εγκεφάλου τόσο σε επίπεδο εξέτασης ρουτίνας όσο και σε πιο εξειδικευμένες ακολουθίες και τεχνικές.

Η κάθε τεχνική , με τις δικές της παραμέτρους κάθε φορά, δηλαδή χρόνοι, καταστολή λίπους ή υγρών, βοηθούν τους ακτινοδιαγνώστες στην εύκολη και ταυτόχρονα σωστή διάγνωση τυχόν παθολογίας.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, περιγράφονται ορισμένες παθήσεις του εγκεφάλου. Γίνεται αναφορά σε χαρακτηριστικά της κάθε πάθησης, εικόνες με περιστατικά που υπεβλήθησαν σε μαγνητική τομογραφία και ορισμένες παραμέτρους που απαιτούνται στις ακολουθίες των πρωτοκόλλων. Τέτοιες παθήσεις είναι η Πολλαπλή Σκλήρυνση, νόσος Alzheimer, νόσος Parkinson, αγγειακές ανωμαλίες, λοιμώξεις, παθήσεις των οφθαλμών και των ωτών, ψυχιατρικές νόσοι. Τελικά, παρατίθενται τα συμπεράσματα και οι βιβλιογραφικές παραπομπές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟ

1.1 Γενικά

Η Μαγνητική Τομογραφία, (Magnetic Resonance Imaging) αποτελεί μια απεικονιστική μέθοδο, των οργανισμών εσωτερικά, δηλαδή είναι μια τεχνική σάρωσης που βασίζεται στις αρχές του μαγνητικού συντονισμού με σκοπό την διάγνωση. Χρησιμοποιεί ισχυρά μαγνητικά πεδία και ραδιοσυχνότητες, ώστε να παραχθούν εικόνες ιστών και έσω οργάνων του σώματος με λεπτομέρεια. Χρησιμοποιείται για την απεικόνιση σχεδόν όλου του σώματος, με αυξημένη συχνότητα, τον εγκέφαλο, τις αρθρώσεις, κοιλιακά όργανα και μεσοσπονδύλια διαστήματα της σπονδυλικής στήλης. Σε μια εξέταση μαγνητικής τομογραφίας δεν χρησιμοποιούνται καμιάς μορφής ιοντίζουσα ακτινοβολία, δηλαδή είναι ασφαλής μέθοδος απεικόνισης. Στην μαγνητική τομογραφία εκμεταλλεύονται οι μαγνητικές ιδιότητες ορισμένων πυρήνων ορισμένων ατόμων της ύλης, κυρίως των πυρήνων των ατόμων του υδρογόνου, με σκοπό να δημιουργηθεί ένα ισχυρό και ομοιογενές στατικό μαγνητικό πεδίο. Ο ανθρώπινος οργανισμός, λόγω του μεγάλου ποσοστού νερού που υπάρχει εντός του, αφθονεί σε υδρογόνο (H₂O). Οι πυρήνες των ατόμων του υδρογόνου, δηλαδή μεμονωμένα πρωτόνια, έχουν μαγνητικές ιδιότητες. Οι πυρήνες αυτοί, διεγείρονται με την βοήθεια ενός ισχυρού μαγνητικού πεδίου που εκπέμπει ο μαγνητικός τομογράφος. Έπειτα, οι πυρήνες αποδιεγείρονται και εκπέμπουν την ενέργεια που είχαν απορροφήσει υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων – σημάτων που συλλαμβάνονται μέσω κεραιών του τομογράφου.

Τα σήματα που συλλαμβάνονται από τον τομογράφο, διαβιβάζονται σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή και εκεί γίνεται η σύνθεση της εικόνας από όλα τα συλλεγόμενα στοιχεία, της κατανομής των πυρήνων ατόμων του υδρογόνου μέσα σε μια νοητή τομή του σώματος που εξετάζεται. Ωστόσο, η κατανομή αυτή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τους εξεταζόμενους ιστούς και το πού βρίσκονται οι πυρήνες των ατόμων του υδρογόνου, διότι ο κάθε ιστός έχει τα δικά του χαρακτηριστικά. Η εικόνα που συντίθεται τελικά από τον υπολογιστή, αποδίδει την διάταξη και την κατάσταση που βρίσκονται οι διάφοροι ιστοί στην περιοχή που εξετάζουμε, και συνεπώς να διακρίνεται τυχόν παθολογία τους.

1.2 Τύποι Μαγνητικών Τομογράφων

Οι μαγνητικοί τομογράφοι διακρίνονται με τους τρεις ακόλουθους τρόπους: με βάση την ισχύ του μαγνητικού πεδίου που χρησιμοποιούν, την γενική διάταξη των τμημάτων του μηχανήματος και την διάρκεια λειτουργίας του μαγνητικού πεδίου.

I. Βάση ισχύος

Η ισχύς αυτή, μετριέται με ένα φυσικό μέγεθος, την «μαγνητική επαγωγή» αυτού του πεδίου, με μονάδα μέτρησης των μαγνητικών τομογράφων τα «Tesla» (όνομα του Τσέχου επιστήμονα Νίκολα Τέσλα). Μαγνητικό πεδίο 1 Tesla (T) = 10.000 Gauss είναι ισχυρότερο από το μαγνητικό πεδίο της γης (0,5 Gauss).

Οι μαγνητικοί τομογράφοι που προορίζονται για κλινική χρήση έχουν πεδία έντασης μεταξύ 0,2–3 Tesla. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας δημιουργήθηκαν μαγνητικοί τομογράφοι περισσότερων Tesla. Όσο πιο πολλά Tesla είναι ένας τομογράφος, τόσο περισσότερη ανάλυση και καλύτερη εικόνα υπάρχει στους εξεταζόμενους ιστούς.

II. Βάση της γενικής διάταξης των τμημάτων του μηχανήματος

Οι μαγνητικοί τομογράφοι διακρίνονται σε *κλειστού* και *ανοιχτού* τύπου, με πιο παλιό και πιο διαδεδομένο τύπο τον κλειστό τομογράφο. Οι δύο αυτοί τύποι λειτουργούν με βάση τις ίδιες αρχές. Η θέση του χειριστή, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και τα περιφερειακά συστήματα παραμένουν σχεδόν ίδια. Ωστόσο, διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους.

i. Μαγνητικός τομογράφος κλειστού τύπου

Σε έναν κλειστό μαγνητικό τομογράφο υπάρχει ένα αρκετά ογκώδες σώμα, το οποίο διαπερνάται από μια σήραγγα. Στην σήραγγα αυτή υπάρχει μια κλίνη, στην οποία ο εξεταζόμενος τοποθετείται με διάφορους τρόπους, ολισθαίνει επάνω σε μια βάση και μπορεί να ρυθμιστεί σε διάφορες θέσεις κατά μήκος και τελικά εισέρχεται εντός του τομογράφου. Αφού τοποθετηθεί η κλίνη εντός του σώματος του τομογράφου, λαμβάνονται οι εικόνες της εξεταζόμενης τομής και στην συνέχεια η κλίνη μετακινείται παράλληλα και αυτόματα μέσα στην σήραγγα για την λήψη των επόμενων τομών. Την σήραγγα την περιβάλλει ο πρωτεύων ηλεκτρομαγνήτης και βρίσκεται εντός του σώματος του τομογράφου. Μεταξύ αυτού και της σήραγγας παρεμβάλλονται εξαρτήματα, όπως οι βοηθητικοί ηλεκτρομαγνήτες για την τροποποίηση του κύριου μαγνητικού πεδίου, και οι κεραίες για την σύλληψη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων-σημάτων. Έτσι, γίνεται εφικτή η απεικόνιση των νοητών τομών κατά επίπεδα κάθετα επί τον άξονα της σήραγγας.



Εικόνα 1.1 : Μαγνητικός τομογράφος κλειστού τύπου 3.0 T

ii. Μαγνητικοί τομογράφοι ανοιχτού τύπου

Σε έναν μαγνητικό τομογράφο ανοιχτού τύπου παράγεται οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, δηλαδή παράλληλο με τον επιμήκη άξονα του ύπτιου ασθενή. Γενικά, σε αυτόν τον τύπο, παρατηρείται το σώμα να είναι κατακόρυφο και να στηρίζει τον πρωτεύοντα ηλεκτρομαγνήτη, ο οποίος είναι διμερής. Χαρακτηριστικό του είναι, ότι το επάνω μέρος του είναι μέσα σε μια μεγάλη θήκη και το κάτω μέρος του σε αντίστοιχη θήκη. Τα πηνία των δύο μερών έχουν σιδηρομαγνητικό εξοπλισμό, ώστε να ενισχύεται το μαγνητικό πεδίο. Μεταξύ των πηνίων και της κλίνης υπάρχει άδεια περιοχή και εκεί αναπτύσσεται ένα ομοιογενές πρωτεύον μαγνητικό πεδίο M_1 , το οποίο είναι κάθετο επί του σώματος του εξεταζόμενου.

Οι τομογράφοι αυτοί είναι φθηνότεροι των κλειστών τύπων, διότι δεν διαθέτουν τα πηνία του πρωτεύοντα ηλεκτρομαγνήτη τους και την κρυογενή εγκατάσταση με υγρό ήλιο, αλλά μια απλή κοινή ψυκτική εγκατάσταση. Χρησιμοποιούνται κυρίως, σε περιπτώσεις κλειστοφοβικών και παιδιατρικών εξεταζόμενων.



Εικόνα 1.2 : Μαγνητικός τομογράφος ανοιχτού τύπου

[<https://sites.google.com/site/radiologiaaktinologia/anoichtos-magnetikos-tomographos>]

III. Βάση της διάρκειας λειτουργίας του μαγνητικού πεδίου

Με τον τρόπο αυτόν, οι μαγνητικοί τομογράφοι διακρίνονται σε *μόνιμους* μαγνήτες, μαγνήτες *αντιστάσεως* και τέλος σε *υπεραγωγίμους* μαγνήτες.

Τα συστήματα υψηλής έντασης βασίζονται σε υπεραγωγίμους μαγνήτες, όπως και οι κλειστού τύπου μαγνητικοί τομογράφοι (για πεδία πάνω από 0.5 T), ενώ τα συστήματα χαμηλής έντασης βασίζονται σε μαγνήτες αντιστάσεως (για πεδία περίπου μέχρι 0.6 T) ή σε μόνιμους μαγνήτες (για πεδία περίπου μέχρι 0,3 T). Στους υπεραγωγίμους μαγνήτες και στους μόνιμους μαγνήτες το μαγνητικό πεδίο είναι συνεχώς ενεργό κάθε μέρα και όλη μέρα (365 ημέρες του χρόνου). Οι μαγνήτες αντιστάσεως λειτουργούν με ρεύμα και όταν το σύστημα είναι εκτός λειτουργίας το μαγνητικό πεδίο δεν υπάρχει. Οι υπεραγωγίμοι μαγνήτες για την λειτουργία τους χρησιμοποιούν κρυογενές υγρό, συνήθως υδροποιημένο ήλιο. [1]

1.3 Βασικά τμήματα Μαγνητικών Τομογράφων

Ένας μαγνητικός τομογράφος αποτελείται από τα πηνία ραδιοσυχνότητας, τα πηνία βαθμίδας, την εξεταστική κλίνη, τα διάφορα εξαρτήματα και η κονσόλα χειρισμού με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

I. Πηνία Ραδιοσυχνότητας (PΣ, Radiofrequency coils: RF)

Τα πηνία ραδιοσυχνότητας χρησιμοποιούνται για να διεγείρουν τους ιστούς που εξετάζονται και να ανιχνεύουν του σήματός τους. Τα παραπάνω λειτουργούν είτε ως δέκτες είτε ως πομποί. Στο εσωτερικό των μαγνητικών τομογράφων υπάρχουν το πηνίο

σώματος (body coil), λειτουργώντας συχνά ως πομπός, ενώ υπάρχουν και τα εξωτερικά πηνία, διαφορετικά για τις διάφορες εξεταζόμενες ανατομικές περιοχές που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής κατά την σύνδεση ή αποσύνδεσή τους. Τα πηνία είναι εξαιρετικά ευαίσθητα σε εξωτερικές ηλεκτρικές παρεμβολές και για τον λόγο αυτό, το σύστημα του μαγνητικού τομογράφου βρίσκεται εντός μεταλλικού κλωβού, γνωστό ως κλωβός Faraday, οι πόρτες του οποίου παραμένουν κλειστές κατά την διάρκεια των εξετάσεων. Υπάρχει ειδικό πηνίο κατάλληλο για την εξέταση της κεφαλής και του αυχένα που μοιάζει με κράνος, πηνία μακρού επίπεδου σχήματος για την εξέταση της σπονδυλικής στήλης και της κοιλιακής χώρας και διάφορα άλλα πηνία με κατάλληλο σχήμα για την εξέταση των υπόλοιπων ανατομικών περιοχών του σώματος, όπως των γονάτων, των μαστών.



Εικόνα 1.3 : Πηνίο κεφαλής 32 καναλιών



Εικόνα 1.4 : Πηνίο κεφαλής τραχήλου 20 (16+4) καναλιών

II. Πηνία βαθμίδας (gradient coils)

Αποτελούνται από τρία σετ παράλληλων πηνίων για τις διευθύνσεις x,y,z και χρησιμοποιούνται για τον χωρικό προσδιορισμό του σήματος για τους ιστούς που εξετάζονται. Είναι ενσωματωμένα εντός του μαγνητικού τομογράφου και με την ενεργοποίησή τους προκαλούνται χωρικά μεταβαλλόμενα βαθμιδωτά πηνία.

III. Εξεταστική κλίνη και βοηθήματα διαχείρισης του εξεταζόμενου

Η εξεταστική κλίνη ενός τομογράφου μετακινείται κάθετα (πάνω/κάτω) και κατά μήκος του άξονα (μέσα/έξω), ώστε να επιτευχθεί η σωστή τοποθέτηση του εξεταζόμενου εντός του.

Τα βοηθήματα διαχείρισης του εξεταζόμενου αποτελούνται από έναν πίνακα ελέγχου με τα πλήκτρα για την κίνηση της κλίνης, το λέιζερ της επικέντρωσης, τις υποδοχές σύνδεσης των πηνίων ραδιοσυχνότητας, το πουάρ ειδοποίησης, τα ακουστικά για τον ασθενή και τον συνοδό (αν υπάρχει) και αισθητήρες (respirator) για την παρακολούθηση της αναπνοής τους ασθενούς που αξιοποιούνται για τον συγχρονισμό (gating ή triggering) λήψης δεδομένων με σκοπό να αποφευχθούν τεχνικά σφάλματα λόγω κίνησης.



Εικόνα 1.5: Πουάρ ειδοποίησης



Εικόνα 1.6: Ακουστικά εξεταζόμενου-συνοδού και ωτοασπίδες



Εικόνα 1.7 : respirator (δεξιά) και cardiac triggering (αριστερά)

IV. Κονσόλα χειρισμού και υπολογιστές

Η κονσόλα χειρισμού περιλαμβάνει τα μόνιτορ, το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, την μονάδα ενδοεπικοινωνίας μεταξύ ασθενούς και τεχνολόγου και μια τηλεόραση κλειστού κυκλώματος για την παρακολούθηση του εξεταζόμενου.

Οι υπολογιστές ελέγχουν την εκκίνηση και τον τερματισμό του συστήματος, τις παραμέτρους για την λήψη, την επεξεργασία, την διαχείριση δεδομένων και εικόνων, τον ανασχηματισμό και την αποθήκευσή τους. Επιπλέον, εντός του υπολογιστή είναι εγκατεστημένα τα πρότυπα DICOM (Digital Imaging Communications in Medicine), το οποίο είναι χρήσιμο στην μεταφορά των ψηφιακών εικόνα παράγονται και το PACS (Picture Archiving and Communication System), με σκοπό την αποστολή και τη λήψη δεδομένων από το ευρύτερο δίκτυο του ακτινολογικού. [1,2]

1.4 Βασικές αρχές λειτουργίας ενός μαγνητικού τομογράφου

Διαμήκης μαγνήτιση

Οι διαβαθμίσεις των εικόνων μαγνητικής τομογραφίας προκύπτουν κυρίως από το σήμα που εκπέμπουν το νερό και το λίπος των ιστών του εξεταζόμενου, αξιοποιώντας το πρωτόνιο του υδρογόνου που περιέχεται ως βασικό στοιχείο του νερού και των λιπιδίων που υπάρχουν στο ανθρώπινο σώμα σε μεγάλο ποσοστό.

Το υδρογόνο αποτελείται από ένα πρωτόνιο θετικού ηλεκτρικού φορτίου και περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του, δημιουργώντας μαγνητικό πεδίο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ιδιοστροφορμή (spin). Κάθε πυρήνας του υδρογόνου έχει το δικό του μαγνητικό πεδίο. Όταν δεν υπάρχει εξωτερικό μαγνητικό πεδίο τα πρωτόνια έχουν τυχαία διεύθυνση, ενώ εφαρμόζοντας ένα ισχυρό εξωτερικό στατικό μαγνητικό πεδίο B_0 , έχουν την τάση να ευθυγραμμίζονται με την τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

Η συχνότητα, με την οποία περιστρέφεται ένα πρωτόνιο, δίνεται από την εξίσωση Larmor ($f = \gamma \times B_0$), όπου f η συχνότητα περιστροφής ενός πρωτονίου, γ μία σταθερά για κάθε πυρήνα, τον γυρομαγνητικό λόγο και B_0 η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Ο γυρομαγνητικός λόγος του υδρογόνου είναι 42,6 MHz/T. Τα παράλληλα πρωτόνια που βρίσκονται σε αντίθετη διεύθυνση με τα αντιπαράλληλα, ώστε τα πρωτόνια που περισσεύουν να έχουν την μαγνήτιση τους η οποία θα προκαλέσει μια μακροσκοπική μαγνήτιση M_0 παράλληλη με το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο B_0 και ονομάζεται διαμήκης μαγνήτιση. [1,3,4,5]

Εγκάρσια μαγνήτιση

Η προαναφερθείσα διαμήκης μαγνήτιση, επειδή βρίσκεται στον άξονα z (παράλληλα με το μαγνητικό πεδίο), δεν δύναται να μετρηθεί. Για την επίτευξη της μέτρησής της, χρειάζεται αυτή να στραφεί στο επίπεδο xy , ώστε η μεταπτωτική της κίνηση να καταφέρει να παράγει τάση σε ένα πηνίο. Αυτή η στροφή στον άξονα x,y μπορεί να επιτευχθεί εφαρμόζοντας ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο B_1 , με κάθετη διεύθυνση στο σταθερό μαγνητικό πεδίο B_0 . Για να επιτευχθεί η διέγερση της διαμήκους μαγνήτισης, η στροφή του μαγνητικού πεδίου B_1 θα πρέπει να είναι ίση με την μεταπτωτική συχνότητα των πρωτονίων. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται συντονισμός. Το B_1 μαγνητικό πεδίο ενεργοποιείται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα

και ονομάζεται παλμός ραδιοσυχνότητας. Επιπλέον, τα πρωτόνια γίνονται συμφασικά αλλάζοντας την κατανομή.

Έτσι, με αυτόν τον παλμό ορισμένα πρωτόνια από παράλληλα γίνονται αντιπαράλληλα, διότι απορροφούν ενέργεια και διεγείρονται. Οι αλλαγές αυτές κάνουν τα πρωτόνια να αλληλοαναιρούνται και η διαμήκης μαγνήτιση να μειώνεται. Η μετατροπή της διαμήκουσ μαγνήτισης σε εγκάρσια ονομάζεται διέγερση 90° , διότι ο παλμός στρέφει την μαγνήτιση κατά 90° . [1,3,4,5]

Χαλάρωση της μαγνήτισης

Με την διακοπή του παλμού διέγερσης, τα πρωτόνια τείνουν να επανέρθουν στην αρχική τους διάταξη, αποκαθιστώντας την διαμήκη μαγνήτισή τους. Με τον τρόπο αυτό, τα πρωτόνια χάνουν την συμφασικότητά τους και μειώνεται η εγκάρσια μαγνήτιση (χαλάρωση spin-spin), ενώ ταυτόχρονα χάνουν ενέργεια και από αντιπαράλληλα γίνονται παράλληλα και σήμα εξαλείφεται με την πάροδο του χρόνου. Καθώς αποκαθίσταται η διαμήκης μαγνήτιση, αποδίδεται στα περιβάλλοντα άτομα (πλέγμα) ως θερμότητα, η ενέργεια που έχει απορροφηθεί από τον παλμό ραδιοσυχνότητας, γνωστή ως χαλάρωση spin-πλέγματος. Αμφότερες οι διαδικασίες ονομάζονται χαλάρωση.

Η αποκατάσταση της διαμήκουσ μαγνήτισης, μπορεί να περιγραφεί από μια εκθετική συνάρτηση, η γραφική παράσταση της οποίας ονομάζεται καμπύλη αποκατάστασης T1, και αυτή προκύπτει και ο χρόνος χαλάρωσης T1 (ενδογενές χαρακτηριστικό κάθε ιστού). Ουσιαστικά, αυτός ο χρόνος χαλάρωσης T1 είναι ο χρόνος ανάκτησης του 63% της διαμήκουσ μαγνήτισης, αμέσως μετά τον παλμό ραδιοσυχνότητας. Αντίστοιχα, ο χρόνος απόσβεσης της εγκάρσιας μαγνήτισης περιγράφεται από μια εκθετική συνάρτηση, η γραφική παράσταση της οποίας ονομάζεται καμπύλη απόσβεσης T2, και από αυτή προκύπτει ο χρόνος χαλάρωσης T2 (ενδογενές χαρακτηριστικό κάθε ιστού). Ο χρόνος χαλάρωσης T2 είναι ο χρόνος μείωσης της εγκάρσιας μαγνήτισης στο 37% ή στο να χαθεί το 63% αυτής. [1,3,4,5]

Σήμα στην μαγνητική τομογραφία

Αμέσως μετά τον παλμό ραδιοσυχνότητας, η εγκάρσια μαγνήτιση θα περιστρέφεται στο περιστρέφεται (με την μεταπτωτική συχνότητα) στο επίπεδο x,y, προκαλώντας ένα μεταβαλλόμενο χρονικά πεδίο το οποίο αναπτύσσει ηλεκτρικό σήμα στα άκρα του

κατάλληλου πηνίου δέκτη. Η μορφή του είναι φθίνουσα και ημιτονοειδή, ονομάζεται απόσβεση ελεύθερης επαγωγής ή FID (Free Induction Decay) και αυτός ο ρυθμός μείωσης της FID δίνεται από την καμπύλη αποκατάστασης T2. Ωστόσο, πρακτικά η απώλεια του σήματος είναι ταχύτερη λόγω ατελειών στην ομοιογένεια του μαγνητικού πεδίου αλλά και των ανομοιογενειών εντός του σώματος του εξεταζόμενου και ονομάζεται απόσβεση T2*, χωρίς να αποτελεί ενδογενές χαρακτηριστικό. Η FID δεν περιέχει χωρικές πληροφορίες και θα πρέπει να γίνει ανάκληση του σήματος, όπως είναι η ηχώ, εφόσον έχει γίνει εμπλουτισμός της FID με χωρικές πληροφορίες. Αυτή η διαδικασία γίνεται είτε με παλμό 180° είτε με χρήση πηνίων βαθμίδας.

Οι εικόνες που προκύπτουν με φωτεινές αποχρώσεις, σημαίνει πως οι ιστοί που απεικονίζονται παρουσιάζουν υψηλό σήμα, με σκοτεινές αποχρώσεις οι ιστοί παρουσιάζουν χαμηλό σήμα, ενώ με αποχρώσεις του γκρι οι ιστοί παρουσιάζουν ενδιάμεσο σήμα.

Η ένταση του σήματος των ιστών καθορίζεται κυρίως από τρεις ενδογενείς παραμέτρους των ιστών, δηλαδή τους χρόνους χαλάρωσης T1, χαλάρωσης T2 και πυκνότητα πρωτονίων PD, αλλά και από την τεχνική απεικόνισης (παλμοί). Η ακολουθία παλμών ενορχηστρώνει μία σειρά από παλμούς ΡΣ και βαθμιδωτά πεδία συγκεκριμένης διάρκειας και χρόνου εφαρμογής. Κάθε ακολουθία περιλαμβάνει δύο βασικές χρονικές παραμέτρους απεικόνισης

- i. Χρόνος επανάληψης TR (repetition time) : είναι ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών παλμών διέγερσης ,
- ii. Χρόνος ηχούς TE (time to echo) : είναι ο χρόνος μεταξύ του παλμού διέγερσης και της κορυφής του σήματος ηχούς.

Οι παραπάνω, μπορούν να τροποποιηθούν κατάλληλα ώστε να καθοριστεί η επιθυμητή αντίθεση-βάρος της εικόνας. Στην κλινική πράξη, επιλέγεται ένα από τα τρία ενδογενή χαρακτηριστικά και οι παράμετροι απεικόνισης ρυθμίζονται κατάλληλα, ώστε η της εικόνας να βασίζεται σε διαφορές του ενδογενούς χαρακτηριστικού που έχει επιλεγεί. Έτσι παράγεται εικόνα συγκεκριμένου βάρους ή προσανατολισμού. Αν η αντίθεση μιας εικόνας βασίζεται από τις T1 διαφορές των ιστών, τότε η εικόνα θα είναι βάρους T1 (T1 Weighing), αν βασίζεται στις διαφορές T2 των ιστών, τότε είναι βάρους T2 (T2 Weighing) και τέλος, αν βασίζεται σε διαφορές πυκνότητας πρωτονίων, η εικόνα είναι βάρους PD (Proton Density Weighing.) [1,4,5]

Οι ακολουθίες παλμών διακρίνονται σε δύο ακολουθίες και υποδιαιρούνται σε πολλές υποκατηγορίες: τις ακολουθίες Spin Echo (SE) – παλμός 180° και τις ακολουθίες Gradient Echo (GE)- πηνία βαθμίδας.

Ακολουθίες παλμών

I. Spin Echo (SE)

Κατά την χαλάρωση της μαγνήτισης, τα πρωτόνια χάνουν την συμφασικότητα τους. Έτσι, γίνεται εφαρμογή ενός παλμού 180° αμέσως μετά τον παλμό 90° , με μεγαλύτερη διάρκεια και ένταση από τον παλμό των 90° . Τα πρωτόνια καταλήγουν συμφασικά και ακολουθεί ένα σήμα, γνωστό ως σήμα spin – echo (SE), και λόγω της απόσβεσης T2 είναι πάντα μικρότερο του αρχικού σήματος. Όταν χρησιμοποιούμε τον παλμό 180° μπορούν να εξαλειφθούν μόνο οι εξωτερικές ανομοιογένειες, χωρίς να επηρεάζονται οι ενδογενείς αλληλεπιδράσεις. Ο χρόνος μεταξύ της εφαρμογής του παλμού 90° και του μέσου του σήματος spin echo ονομάζεται χρόνος ηχούς TE (time to echo). [1]

II. Gradient Echo (GE)

Σε αυτή την ακολουθία, η ανάκληση της FID γίνεται με την εφαρμογή πηνίου βαθμίδας, ενώ χρησιμοποιείται μικρότερη γωνία πρόσπτωσης από αυτή των 90° . Με την ενεργοποίηση ενός βαθμιδωτού πεδίου, η ένταση του πεδίου στο κέντρο δεν αλλάζει, ενώ μπορεί να αυξηθεί γραμμικά από το ένα άκρο του και να μειωθεί προς το άλλο άκρο του, ανάλογα με την κλίση του βαθμιδωτού πεδίου. Εφαρμόζεται ένα αρνητικό πηνίο βαθμίδας και σε χρόνο TE/2, ένα θετικό και τα πρωτόνια γίνονται συμφασικά χωρίς να εξουδετερώνονται οι εξωτερικές ανομοιογένειες του μαγνητικού πεδίου. Το σήμα που παράγεται ονομάζεται σήμα βαθμιδωτής ηχούς gradient echo (GE). Λόγω της μικρής γωνίας πρόσπτωσης η ακολουθία αυτή είναι πιο γρήγορη με ικανοποιητικές εγκάρσιες μαγνητίσεις. [1]

Πίνακας 1.1 : Διαφορές μεταξύ spin echo και gradient echo ακολουθίας.

Ιστός	SE	GE
Γωνία πρόσπτωσης	90°	Μικρή γωνία
Ανάκληση FID	Παλμός 180°	Πηνία βαθμίδας
Εξωτερικές ανομοιογένειες	Τις εξαλείφουν	Δεν τις εξαλείφουν
Χρόνος TR και χρόνος TE	Μεγάλοι	Μικροί
Ταχύτητα	Αργή ακολουθία	Γρήγορη ακολουθία

Χρόνοι Χαλάρωσης

I. Χρόνος χαλάρωσης T1

Κάθε ιστός έχει χαρακτηριστικό χρόνο χαλάρωσης T1 (χρόνος ανάκτησης διαμήκους μαγνήτισης στο 63%) και οφείλεται στις αλληλεπιδράσεις spin-πλέγματος. Για παράδειγμα, το λίπος έχει μεγαλύτερο χρόνο χαλάρωσης T1 σε σχέση με τους μυς και ακόμη μεγαλύτερο σε σχέση με το εγκεφαλονωτιαίο υγρό.

Το T1 καθορίζεται από τον χρόνο TR σε μία spin echo ακολουθία και από την γωνία πρόσπτωσης (θ) σε μία gradient echo ακολουθία και μάλιστα έχουν αντιστρόφως ανάλογη σχέση. Συνεπώς, με μικρό TR ή θ η διαμήκης μαγνήτιση δεν θα έχει προλάβει να αποκατασταθεί πλήρως και οι διαφορές T1 θα έχουν προλάβει να φανούν στο σήμα των ιστών έτσι η εικόνα θα είναι T1W ή προσανατολισμού. Το λίπος ,δηλαδή, με τον μεγαλύτερο χρόνο χαλάρωσης T1 θα απεικονίζεται με υψηλό σήμα (φωτεινό pixel) ,ενώ το ENY με τον μικρότερο χρόνο χαλάρωσης T1 θα απεικονίζεται με χαμηλό σήμα (σκοτεινό pixel). Αντίθετα, με αυξημένο TR ή θ οι διαφορές T1 θα εξαλειφθούν ,γιατί η διαμήκης μαγνήτιση θα έχει αποκατασταθεί πλήρως στους περισσότερους ιστούς.[1]

II. Χρόνος χαλάρωσης T2

Ο χρόνος χαλάρωσης T2 είναι χαρακτηριστικός για κάθε ιστό (χρόνος μείωσης της εγκάρσιας μαγνήτισης στο 37%) και οφείλεται στις αλληλεπιδράσεις spin-spin. Συνεχίζοντας το προηγούμενο παράδειγμα, το ENY παρουσιάζει μεγαλύτερο χρόνο χαλάρωσης από τους μυς και ακόμη μεγαλύτερο σε σχέση με το λίπος.

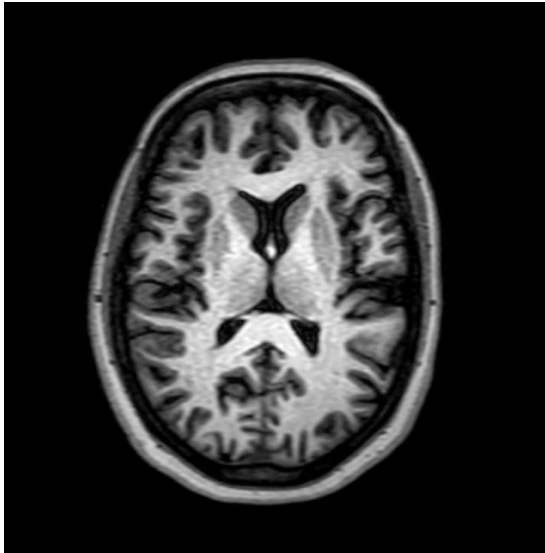
Το T2 καθορίζεται από τον χρόνο TE σε μία spin echo ακολουθία και το T2* από τη γωνία πρόσπτωσης (θ) σε μία gradient echo . Στην πρώτη περίπτωση, είναι μία σχέση ευθέως ανάλογη ,ενώ στην δεύτερη αντιστρόφως ανάλογη. Δηλαδή, με μεγάλο χρόνο

ΤΕ οι διαφορές T2 των ιστών θα έχουν αρκετό χρόνο για να εμφανιστούν και έτσι η εικόνα θα είναι T2W ή προσανατολισμού. Σε αυτή την περίπτωση, το ENY το οποίο έχει το μεγαλύτερο χρόνο χαλάρωσης T2 θα παρουσιάζει υψηλό σήμα, ενώ το λίπος χαμηλό σήμα. Αν όμως, ο χρόνος TE είναι μικρός τότε οι διαφορές T2 των ιστών δεν θα προλάβουν να εμφανιστούν. Στην ακολουθία gradient echo για εικόνα T2*W, η γωνία πρόσπτωσης θα πρέπει να είναι μικρή, ώστε να μην αναδειχθούν οι διαφορές T1 και ο χρόνος TE να είναι μεγάλος ώστε οι ιστοί να έχουν τον χρόνο να δείξουν τις διαφορές T2*.

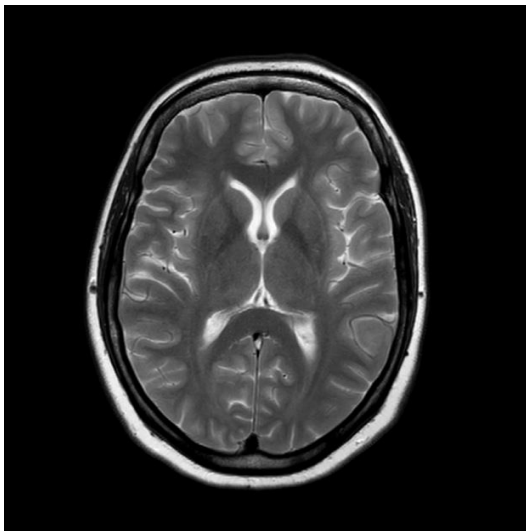
III. Πυκνότητα πρωτονίων

Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε εφαρμογή ενός μεγάλου TR ή μεγάλης γωνίας πρόσπτωσης (θ), όπου η διαμήκης μαγνήτιση θα αποκατασταθεί πλήρως στους περισσότερους ιστούς και οι διαφορές T1 δεν θα εμφανιστούν στο σήμα των ιστών. Αν χρησιμοποιηθεί παράλληλα και μικρό TE, τότε οι διαφορές T2 των ιστών δεν θα έχουν αρκετό χρόνο να εμφανιστούν και έτσι με μεγάλο TR και μικρό TE η εικόνα θα εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητα των πρωτονίων των ιστών. Άρα, η εικόνα θα είναι PDW ή προσανατολισμού. Ιστοί με λίγα πρωτόνια, όπως ο αέρας και ο φλοιός των οστών, θα αναδεικνύονται με χαμηλό σήμα (σκοτεινοί) ενώ οι υπόλοιποι ιστοί θα έχουν σχετικά ομοιόμορφη μέση προς υψηλή ένταση σήματος.

Ωστόσο, η αναγνώριση του βάρους ή προσανατολισμού της εικόνας δεν ξεκινά ποτέ από την αξιολόγηση του λίπους, γιατί δεν αποτελεί αξιόπιστο δείκτη, καθώς μπορεί να είναι φωτεινό σε διάφορα βάρη εικόνας ανάλογα με την ακολουθία παλμού που χρησιμοποιείται. [1]



Εικόνα 1.8: Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας T1 προσανατολισμού (χαμηλό σήμα στο ENY), εγκάρσια τομή εγκεφάλου σε μαγνητικό πεδίο 3Tesla.



Εικόνα 1.9 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας T2 προσανατολισμού(υψηλό σήμα στο ENY), εγκάρσια τομή εγκεφάλου σε μαγνητικό πεδίο 3Tesla

Μαγνητική επιδεκτικότητα

Με τον όρο μαγνητική επιδεκτικότητα, γίνεται λόγος για τον βαθμό της μαγνήτισης ενός υλικού, όταν βρεθεί εντός εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Υλικά, όπως ο σίδηρος, αυξάνουν την ένταση $>1\%$ του μαγνητικού πεδίου και ονομάζονται σιδηρομαγνητικά. Οι βιολογικοί ιστοί είναι γενικά διαμαγνητικοί. Υλικά, όπως τα μέσα σκιαγραφικής αντίθεσης, που αυξάνουν το μαγνητικό πεδίο έως 1% , ονομάζονται παραμαγνητικά. Σε οποιαδήποτε αλλαγή μαγνητικής επιδεκτικότητας στο μαγνητικό πεδίο, ακόμη και μια διαμαγνητική περιοχή, μπορεί να προκληθούν σοβαρά τεχνικά εικόνας.[1]

Μέσα σκιαγραφικής αντίθεσης (ΜΣΑ)

Τα μέσα σκιαγραφικής αντίθεσης (ΜΣΑ) περιέχουν σωματίδια παραμαγνητικά ή υπερ-παραμαγνητικά που επηρεάζουν του χρόνους χαλάρωσης T1 ή T2 επιτρέποντας έτσι, την αναγνώριση και τον χαρακτηρισμό μιας βλάβης. Διακρίνονται ανάλογα με την δράση τους στο σήμα σε θετικά ή αρνητικά, ανάλογα με το φορτίο τους ιονικά και μη ιονικά, ανάλογα με την δομή τους σε γραμμικά ή μακροκυκλικά και ανάλογα με την απέκκριση τους σε μη ειδικά ή σε ενώσεις κυτταρικής ειδικότητας, τα οποία έχουν αυξημένη συγκέντρωση σε παθολογικούς ιστούς. Η δόση καθορίζεται αναλογικά του βάρους του ασθενούς .[1]

1.5 Χωρική καταγραφή και σχηματισμός εικόνας μαγνητικού τομογράφου

Χωρική Καταγραφή

I. Επιλογή τομής

Για την επιλεκτική διέγερση μιας τομής, πρέπει να συνδυαστεί το κατάλληλο βαθμιδωτό πεδίο και ένας παλμός διέγερσης με συχνότητα ίση με την μεταπτωτική συχνότητα των πρωτονίων στην υπό διέγερση τομή. Σε αυτά τα στάδια, τα πρωτόνια είναι συμφασικά. Με την ταυτόχρονη ενεργοποίηση παλμού ΡΣ και βαθμιδωτού πεδίου καθορίζεται το επίπεδο, η θέση και το πάχος τομής. Η θέση τομής βρίσκεται εκεί που οι συχνότητες μετάπτωσης είναι ίδιες με τις συχνότητες του παλμού διέγερσης που χρησιμοποιείται, ενώ το πάχος τομής καθορίζεται από τον παλμό διέγερσης που περιλαμβάνει κατάλληλο εύρος συχνοτήτων εκπομπής και κατάλληλη κλίση βαθμιδωτού πεδίου. Τέλος, το επίπεδο της τομής εξαρτάται από το πηνίο επιλογής που ενεργοποιείται κατά την εκπομπή του παλμού ΡΣ. [1]

II. Κωδικοποίηση φάσης

Η προετοιμασία αυτής της φάσης γίνεται με το βαθμιδωτό πηνίο κωδικοποίησης φάσης εμπλουτίζοντας το σήμα με χωρικές πληροφορίες, προκαλώντας ολίσθηση φάσης , και επιτρέποντας τον χωρισμό της τομής σε σειρές. Ο βαθμός μεταβολής της φάσης εξαρτάται από την κλίση του βαθμιδωτού πεδίου, και όσο πιο μεγάλη είναι η κλίση του πηνίου βαθμίδας, τόσο πιο μεγάλη θα είναι η ολίσθηση φάσης μεταξύ δύο σημείων. Έτσι, τα voxel κάθε σειράς δεν θα περιστρέφονται με την ίδια συχνότητα. Για την λήψη

χωρικών πληροφοριών το πηνίο κωδικοποίησης φάσης πρέπει να εφαρμοστεί τόσες φορές όσες οι σειρές που θέλουμε να διακρίνουμε. Κάθε εφαρμογή γίνεται μετά από χρόνο TR με διαφορετική κλίση κάθε φορά. [1]

III. Κωδικοποίηση συχνότητας

Το πηνίο κωδικοποίησης συχνότητας προκαλεί ολίσθηση συχνότητας επιτρέποντας τον χωρισμό της τομής σε στήλες. Ανάλογα της κλίσης αυτού του πηνίου, καθορίζονται οι διαστάσεις του πεδίου που θα απεικονιστεί στην κατεύθυνση του πηνίου κωδικοποίησης συχνότητας. Με αυτόν τον τρόπο τα voxel κάθε στήλης έχουν διαφορετική μεταπτωτική συχνότητα. Μετά την εφαρμογή και των πηνίων κωδικοποίησης φάσης και συχνότητας κάθε voxel έχει μοναδικό συνδυασμό συχνότητας και φάσης και καθορίζει τη θέση του στην τομή.

Κατά την ενεργοποίηση του πηνίου κωδικοποίησης συχνότητας γίνεται η διαδικασία της δειγματοληψίας κατά την οποία γίνεται ψηφιοποίηση του αναλογικού σήματος της ηχούς. [1]

Σχηματισμός Εικόνας (Χώρος δεδομένων και K-χώρος)

Ο χώρος δεδομένων αποτελείται από οριζόντιες γραμμές και είναι ορθογώνιος. Οι γραμμές είναι τόσες όσες τα βήματα κωδικοποίησης φάσης. Κάθε γραμμή έχει δεδομένα από μία συγκεκριμένη ηχώ και λαμβάνεται με την ενεργοποίηση του αντίστοιχου πηνίου κωδικοποίησης φάσης. Οι περιφερικές γραμμές γεμίζουν με δεδομένα που παράγονται με πεδία κωδικοποίησης φάσης με μεγάλη κλίση, ενώ οι κεντρικές γραμμές του χώρου δεδομένων γεμίζουν με δεδομένα που παράγονται με πεδία κωδικοποίησης φάσης με μικρή κλίση και η κεντρική γραμμή με μηδενικό πεδίο κωδικοποίησης φάσης. Στο κέντρο βρίσκεται η μεγαλύτερη ένταση ενώ περιφερικά και όσο αυξάνεται η κλίση του πηνίου κωδικοποίησης φάσης η ένταση μειώνεται με αποτέλεσμα χαμηλότερο σήμα στα άκρα και ισχυρότερο στο κέντρο. Η πρόσκτηση δεδομένων γίνεται είτε με 2D τεχνικές (2D sequential-slice και 2D multislice), όπου τα δεδομένα λαμβάνονται ξεχωριστά, είτε με 3D τεχνικές (3D single slab και 3D multi-slab), όπου τα δεδομένα ανασχηματίζονται σε ξεχωριστές τομές γιατί λαμβάνονται σε μία παχιά φέτα.

- 2D sequential-slice τεχνική

Η 2D sequential-slice τεχνική συλλέγει όλα τα δεδομένα του K-χώρου μιας τομής πριν αρχίσει η πρόσκτηση των δεδομένων της επόμενης τομής. Με αυτόν τον τρόπο σε κάθε TR συμπληρώνεται μόνο μία γραμμή του K-χώρου μιας τομής και για να συλλεχθούν όλα τα δεδομένα μιας τομής η ακολουθία επαναλαμβάνεται τόσα TR όσα είναι τα βήματα κωδικοποίησης φάσης. Γεμίζει μια γραμμή του K-χώρου και όταν αυτή η γραμμή του K-χώρου γεμίσει για όλες τις τομές συλλέγονται τα δεδομένα της επόμενης γραμμής του K-χώρου για όλες τις τομές μέχρι την πρόσκτηση των δεδομένων όλων των τομών. Οι K-χώροι γειτονικών τομών μπορούν να γεμίζουν διαδοχικά ή εναλλάξ. Όταν γεμίζουν διαδοχικά, απαιτείται ένα μεσοδιάστημα (slice gap) ανάμεσα στις τομές (συνήθως ίσο με το 10% του πάχους τομής) προκειμένου να μειωθεί το φαινόμενο cross talk (διασταυρούμενης διέγερσης : είναι αποτέλεσμα της ατελούς διέγερσης του πάχους μιας τομής στην απεικόνιση παρακείμενων τομών) και να αυξηθεί η ανατομική κάλυψη. Όταν οι K-χώροι γεμίζουν εναλλάξ συλλέγονται πρώτα τα δεδομένα για τις μονές τομές και ακολουθούν τα δεδομένα για τις ζυγές τομές.

- *3D single slab τεχνική*

Η 3D single slab τεχνική λαμβάνει δεδομένα από μία παχιά φέτα ιστού 30-150 mm (slab) και στη συνέχεια ανασχηματίζονται ξεχωριστές τομές. Για να ανασχηματιστούν τα δεδομένα όγκου σε λεπτές συνεχόμενες τομές η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί ένα δεύτερο πηνίο κωδικοποίησης φάσης, το οποίο εμφανίζεται στην διεύθυνση επιλογής τομής. Το σήμα στην 3D single slab τεχνική βασίζεται στον συνολικό όγκο ιστού που διεγείρεται παρά στο ενεργό πάχος κάθε τομής επιτυγχάνονται λεπτές διαδοχικές τομές υψηλού σήματος που μπορούν να ανασχηματιστούν σε οποιοδήποτε επίπεδο όταν τα voxel είναι ισοτροπικά. Σε αυτήν την τεχνική, ο εξεταζόμενος όγκος υποδιαιρείται σε μία σειρά από παχιές φέτες ιστού (slabs) και για κάθε φέτα εκτελείται η διαδικασία της single slab τεχνικής.[1]

- *K-χώρος*

Ο K-χώρος είναι η ψηφιακή εκδοχή του χώρου δεδομένων, παρουσιάζει συζυγή συμμετρία και προκύπτει μετά την δειγματοληψία όλων των σημάτων. Σε κάθε γραμμή του K-χώρου υπάρχει το σήμα από ολόκληρη την εξεταζόμενη τομή. Για τον σχηματισμό της εικόνας από τα δεδομένα του K-χώρου, εφαρμόζεται μία μαθηματική επεξεργασία που ονομάζεται ταχύς μετασχηματισμός Fourier, μετατρέποντας το σήμα

από το πεδίο του χρόνου στο πεδίο των συχνοτήτων. Η πλήρωση του K-χώρου χρησιμοποιεί διάφορες τεχνικές, την ευθύγραμμη, δηλαδή ανά TR γεμίζει μία γραμμή του K-χώρου, την echo planar τεχνική (EPI), στην οποία ανά παλμό διέγερσης γεμίζουν όλες οι γραμμές του K-χώρου, την radial τεχνική, στην οποία εφαρμόζονται διαφορετικά βήματα κωδικοποίησης φάσης για την συλλογή δεδομένων και τέλος την spiral τεχνική, κατά την οποία μετακινείται η τροχιά πλήρωσης του K-χώρου σπειροειδώς, λόγω της ταυτόχρονης αυξανόμενης ταλάντωσης των πηνίων κωδικοποίησης συχνότητας και φάσης.[1]

1.6 Μέτρα ασφαλείας στον Μαγνητικό Τομογράφο

Σχεδιασμός χώρων και ασφάλεια υλικών

Η μαγνητική τομογραφία μπορεί να θεωρείται μια ασφαλής μέθοδος απεικόνισης, ωστόσο υπάρχουν σαφείς οδηγίες ασφαλείας που πρέπει οπωσδήποτε να τηρούνται.

Οι εξεταζόμενοι σε μαγνητικό τομογράφο εκτίθενται σε τρεις διαφορετικές μορφές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας:

1. Στατικό μαγνητικό πεδίο.
2. Βαθμιδωτό μαγνητικό πεδίο.
3. Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Το στατικό μαγνητικό πεδίο μπορεί να αυξήσει την θερμοκρασία του σώματος, να προκαλέσει ηλεκτρική διέγερση και καρδιολογικές επιδράσεις με ανύψωση του επάρματος. Επιπλέον μπορεί να επιδράσει στους νευρώνες. Οι παραπάνω επιδράσεις δεν έχουν αποδειχθεί επικίνδυνες σε πεδίο έντασης μικρότερο των 3 Tesla. Σε στατικό μαγνητικό πεδίο άνω των 3 Tesla προκαλείται ίλιγγος, κεφαλαλγία και διέγερση περιφερικών νεύρων.


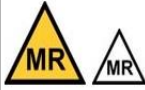

Το ισχυρό μαγνητικό πεδίο του μαγνητικού τομογράφου επιβάλλει την προσεκτική σχεδίαση των χώρων που είναι εγκατεστημένος καθώς και την τήρηση αυστηρών κανόνων πρόσβασης σε αυτούς.

Η ασφαλής διαμόρφωση ενός τμήματος μαγνητικής τομογραφίας περιλαμβάνει:

- **Ζώνη ασφαλείας I:** Περιοχή προσβάσιμη από τους εξεταζόμενους και το υπόλοιπο προσωπικό στον περιβάλλοντα χώρο του μαγνήτη.
- **Ζώνη ασφαλείας II:** Περιοχή ελεγχόμενη από το προσωπικό του μαγνήτη. Είναι χώρος υποδοχής, στον οποίον συμπληρώνεται ειδικό ερωτηματολόγιο

ασφαλείας, λαμβάνεται αναλυτικό ιστορικό και οι εξεταζόμενοι αφήνουν τα προσωπικά τους αντικείμενα.

- **Ζώνη ασφαλείας III:** Περιοχή μη ελεύθερης πρόσβασης σε άτομα που δεν έχουν συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο ασφαλείας αλλά και σε αντικείμενα που δεν έχουν ελεγχθεί.
- **Ζώνη ασφαλείας IV:** Αίθουσα του μαγνήτη.

Προειδοποιητική ετικέτα	Κατηγορία	Ορισμός*
	MR Safe (Ασφαλές για MR)	Ένα είδος το οποίο δεν προκαλεί γνωστούς κινδύνους ως αποτέλεσμα της έκθεσης σε οποιοδήποτε περιβάλλον MRI. Τα είδη που χαρακτηρίζονται ως MR Safe (ασφαλή για MR) συντίθενται από ηλεκτρικά μη αγώγιμα, μη μεταλλικά, μη μαγνητικά υλικά.
	MR Conditional (Ασφαλές για MR υπό όρους)	Ένα είδος που έχει αποδειχτεί ασφαλές στο περιβάλλον MRI υπό καθορισμένες συνθήκες. Θα πρέπει να πληρούνται κατ' ελάχιστο οι όροι του στατικού μαγνητικού πεδίου, του μαγνητικού πεδίου μεταβαλλόμενων βαθμίδων και των πεδίων ραδιοσυχνότητων. Ενδέχεται να πρέπει να πληρούνται επιπλέον όροι, όπως, μεταξύ άλλων, συγκεκριμένες διαμορφώσεις του είδους. Ανατρέξτε επίσης στην ενότητα Εμφυτεύματα MR Conditional (ασφαλή για MR υπό όρους) (Εμφυτεύματα ασφαλή για χρήση MR υπό όρους).
	MR Unsafe (Μη ασφαλές για MR)	Ένα είδος το οποίο προκαλεί μη αποδεκτούς κινδύνους για τον ασθενή, το ιατρικό προσωπικό ή άλλα άτομα στο περιβάλλον MRI.

Εικόνα 1.10: Ετικέτες προειδοποίησης που δηλώνουν το επίπεδο συμβατότητας με τον εξοπλισμό MRI, όπως καθορίζεται από: ASTM F2503-13. Τυπική πρακτική σήμανσης ιατρικών συσκευών και άλλων στοιχείων για ασφάλεια στο περιβάλλον μαγνητικού συντονισμού. [www.philips.com/ΠΓΝΙ]

Περιοχή ελεγχόμενης πρόσβασης

Η περιοχή ελεγχόμενης πρόσβασης είναι η περιοχή γύρω από το μαγνήτη εντός της οποίας το μαγνητικό πεδίο διάχυσης ξεπερνά τα 0.5 mT (5 Gauss). Το μαγνητικό πεδίο διάχυσης μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό σε ορισμένα άτομα ή να έλξει αντικείμενα που είναι κατασκευασμένα από σιδηρομαγνητικά υλικά.

Τα υλικά διακρίνονται σε κατηγορίες όπως τα MR safe, που η χρήση τους είναι ασφαλής για τον ασθενή και δεν επηρεάζει την ποιότητα της εικόνας, την λειτουργία του υλικού και την διαγνωστική πληροφορία της εξέτασης. Τα υλικά MR conditional

των οποίων η χρήση δεν παρουσιάζει κίνδυνο για τον ασθενή σε συνθήκες που καθορίζονται επακριβώς με αναφορά στην ένταση του μαγνητικού πεδίου, στα χαρακτηριστικά των πηνίων βαθμίδας και στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των πηνίων ραδιοσυχνότητας. Τέλος, τα υλικά MR unsafe των οποίων η χρήση στον μαγνητικό τομογράφο είναι επικίνδυνη για τον εξεταζόμενο.

Απόλυτες αντενδείξεις :

Αποτελούν ο καρδιακός βηματοδότης εκτός και αν ανήκει στην κατηγορία MR conditional, τα μεταλλικά θραύσματα σε ζωτικά σημεία ,ο καθετήρας Swan-Ganz και το πρόθεμα Poppen-Blaylock. Σχετικές αντενδείξεις εξέτασης με μαγνητικό τομογράφο αποτελούν τα παρακάτω υλικά (συνήθως MR conditional) :

- Clips ανευρυσμάτων
- Καρωτιδικά προθέματα (απόλυτη αντένδειξη αποτελεί το πρόθεμα Poppen-Blaylock)
- Ενδοκογχικά εμφυτεύματα και συσκευές θεραπείας γλαυκώματος.
- Ηλεκτρομαγνητικές συσκευές (νευροδιεγέρτες και συσκευές έγχυσης όπως εγχυτές ινσουλίνης , συσκευές έγχυσης χημειοθεραπείας κ.α.).
- Κοχλιακά εμφυτεύματα .
- Μεταλλικά θραύσματα σε μη ζωτικά σημεία –ο κίνδυνος εξαρτάται από τη θέση , το μέγεθος και τον χρόνο. Ο ασθενής ενημερώνεται για το μικρό κίνδυνο ώστε να ενημερώσει αμέσως αν αισθανθεί οτιδήποτε κατά την διάρκεια της εξέτασης.
- Υπολειπόμενα καλώδια βηματοδότη.
- Κηδεμόνες κορμού (halo vest) και παρόμοιοι νάρθηκες στήριξης.
- Εγκυμοσύνη - δεν υπάρχουν αποδεδειγμένες παρενέργειες αλλά ο κίνδυνος μπορεί να μην είναι μηδενικός. Αποφεύγεται η εξέταση ειδικά κατά το πρώτο τρίμηνο της εγκυμοσύνης, εκτός αν δεν υπάρχει διαγνωστικά εναλλακτική λύση.
- Κλειστοφοβία.
- Ορθοπεδικά υλικά, εμφυτεύματα (μπορούν να μετακινηθούν ή/και να θερμανθούν)
- Βαλβίδες καρδιάς (μεταλλικές)
- Ασθενείς με χειρουργικά clips.
- Πρόθεμα πέους.

- Ασθενείς με μακιγιάζ προσώπου ,τατουάζ ή μόνιμο περίγραμμα ματιών (eye-liner) επειδή ενδέχεται να περιέχουν σιδηρομαγνητικά σωματίδια που μπορούν να διεισδύσουν στους ιστούς ή/και να προκαλέσουν υπερθέρμανση. Ως προληπτικό μέτρο μπορεί να βοηθήσει μια κρύα κομπρέσα.
- Η ομπρέλα της κάτω κοίλης φλέβας και άλλα ενδαγγειακά υλικά όπως σπειράματα (coils) και ενδοπροσθέσεις (stents) είναι συνήθως ασφαλή αν έχουν τοποθετηθεί τουλάχιστον πριν από 6 εβδομάδες.[1]

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία πηνίων ΡΣ

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των πηνίων ραδιοσυχνότητας μπορεί να αυξήσει την θερμοκρασία των ιστών του ασθενούς αλλά απάγεται με φυσιολογική θερμορύθμιση, δηλαδή με την αύξηση της αιματικής ροής και με εφίδρωση. Για την αποφυγή τέτοιων φαινομένων η εναπόθεση της ενέργειας κατά την εξέταση υπολογίζεται με την παράμετρο **SAR (Specific Absorption Rate=ρυθμός ειδικής απορρόφησης)** σε μονάδες Watts/kg. Εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των παλμών ραδιοσυχνότητας που χρησιμοποιούνται και από τα ατομικά χαρακτηριστικά του βάρους (kg) του ασθενούς. Όσο αυξημένο είναι το βάρος του ασθενούς τόσο μεγαλύτερος αριθμός πρωτονίων διεγείρεται με αποτέλεσμα την αύξηση του SAR. Το σύστημα δεν επιτρέπει την υπέρβαση συγκεκριμένων τιμών SAR για την αποφυγή θερμικών βλαβών. Τέτοιες βλάβες μπορεί να προκληθούν και από μεταλλικά σώματα ή σιδηρομαγνητικά μελάνια σε μόνιμα τατουάζ.

Κύκλωμα αγωγιμότητας μπορεί να είναι και ο ίδιος ο ασθενής οπότε δεν πρέπει να σχηματίζει βρόγχους ακουμπώντας τα γυμνά άκρα μεταξύ τους. Τα καλώδια θα πρέπει να είναι μακριά από το γυμνό δέρμα του ασθενούς για την αποφυγή εγκαύματος , ούτε να σχηματίζουν βρόγχους γιατί λειτουργούν σαν κεραία. Μεταξύ ασθενούς και καλωδίων παρεμβάλλεται σεντόνι ή άλλο μονωτικό υλικό για τους λόγους που αναφέρθηκαν. [1]

Χρονικά μεταβαλλόμενα πεδία

Τα πηνία βαθμίδας κατά τη διάρκεια της εξέτασης διαρρέονται από ρεύμα και ασκούν ισχυρές δυνάμεις στα τοιχώματα του συστήματος δημιουργώντας επαναλαμβανόμενους κτύπους με υψηλού τόνου συριγμούς. Οι κτύποι είναι διαφορετικοί σε κάθε ακολουθία παλμών και απαιτείται χρήση ωτοασπίδων ή ακουστικών μουσικής. Ο θόρυβος είναι εντονότερος σε μαγνήτες και πηνία υψηλής

έντασης. Η γρήγορη εναλλαγή των πηνίων βαθμίδας πολύ σπάνια μπορεί να διεγείρει τα περιφερικά νεύρα προκαλώντας αίσθημα τινάγματος, επιφανειακό κνησμό ή μη επιζήμιες οπτικές λάμψεις. [1]

Έκτακτες καταστάσεις και αντιμετώπιση

Σε περίπτωση που παρατηρηθεί φωτιά στην αίθουσα του μαγνήτη ,ασυνήθιστος και ισχυρός θόρυβος από το σύστημα ή τυχόν διαρροή υδάτων στο χώρο του συστήματος πρέπει να διακοπεί η ηλεκτρική παροχή σε όλα τα τμήματα του μαγνήτη εκτός από τον στατικό μαγνήτη με το **Πλήκτρο έκτακτης ανάγκης** .Σε αυτές τις περιπτώσεις το μαγνητικό πεδίο του συστήματος παραμένει ενεργό.

Σε περίπτωση που υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού του ασθενούς ,όταν για παράδειγμα έχουν κολλήσει μεταλλικά αντικείμενα στο μαγνήτη, εκτελείται η διαδικασία **απόπνιξης (quench)** και προκαλείται απότομη αύξηση της θερμοκρασίας των πηνίων του υπεραγωγίου μαγνήτη μέχρι που το υγρό ήλιο που περιέχει να εξατμισθεί μέσω ειδικής διόδου φυγής. Η διαδικασία αυτή μπορεί να προκαλέσει ασφυξία από διαρροή του ηλίου στο χώρο του συστήματος, σημαντικές ζημιές στα πηνία του συστήματος και κίνδυνο από τα υψηλά ρεύματα και τις τάσεις στην επιφάνεια του μαγνήτη. [1]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

2.1 Γενικά

Το ανθρώπινο σώμα απαρτίζεται από διάφορα οργανικά συστήματα, τα οποία συμβάλλουν και ρυθμίζουν την ομαλή λειτουργία όλων των οργάνων, συνεπώς και ολόκληρου του σώματος, όπως το νευρικό σύστημα. Εκείνο είναι υπεύθυνο για την αντίληψη, την ανάλυση και την μετάδοση των διαφόρων ερεθισμάτων, ρυθμίζει και συντονίζει τις λειτουργίες όλων των οργάνων του σώματος ανάλογα με τα εσωτερικά και εξωτερικά ερεθίσματα που λαμβάνει (ακουστικά, οπτικά, μηχανικά, πόνου, πίεσεως κλπ.). Επιπλέον, είναι η βάση των πνευματικών και ψυχικών λειτουργιών δηλαδή της σκέψης, της μνήμης, της πνευματικότητας, των αισθημάτων. Συνεπώς, ο ανθρώπινος οργανισμός λειτουργεί στο σύνολό του με αρμονία ώστε να είναι εφικτή η επιβίωσή του.

Οι διεργασίες για την κινητικότητα του σώματος, την λειτουργικότητα των σπλάχνων και των ενδοκρινών αδένων λαμβάνονται με ερεθίσματα από τα αισθητήρια όργανα και την αισθητική μοίρα του νευρικού συστήματος και φέρονται στον εγκέφαλο. Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ώσεων προς την κινητική οδό και προς το αυτόνομο νευρικό σύστημα και γίνονται από τους νευρώνες, οι οποίοι συνδεδεμένοι μεταξύ τους σχηματίζουν δίκτυα μεταβίβασης ερεθισμάτων προς την κινητική και την αισθητική οδό. Εκτός από τους νευρώνες, το νευρικό σύστημα περιλαμβάνει και τα νευρογλοιακά κύτταρα ή νευρογλοία τα οποία συμμετέχουν σε ανοσολογικές και υποστηρικτικές λειτουργίες (στήριξη, θρέψη, μόνωση) και υποστηρίζουν φυσιολογικά και μεταβολικά τους νευρώνες. [6,7,8]

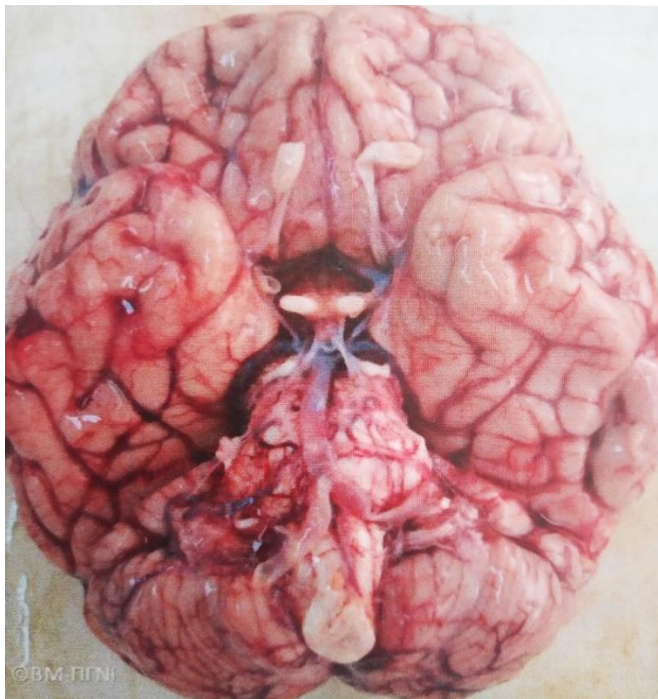
Το νευρικό σύστημα διακρίνεται στις εξής δύο κατηγορίες:

- I.** Εγκεφαλονωτιαίο νευρικό σύστημα: ρυθμίζει την επικοινωνία μεταξύ του οργανισμού και του περιβάλλοντός του και συντονίζει τις μετακινήσεις στο χώρο και λειτουργεί με την θέλησή μας. Διακρίνεται σε Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, δηλαδή τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό, και σε Περιφερικό Νευρικό Σύστημα, δηλαδή τα εγκεφαλικά και νωτιαία νεύρα και τα εγκεφαλονωτιαία γάγγλια.
- II.** Αυτόνομο ή φυτικό νευρικό σύστημα: συντονίζει τη λειτουργία των εσωτερικών οργάνων. [6]

2.2 Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ)

Ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος μυελός αποτελούν τα κέντρα, δηλαδή είναι υπεύθυνα για την ολοκλήρωση των νευρικών πληροφοριών γεγονός που δικαιολογεί την εξαιρετική ανατομική προφύλαξή τους. Το Κ.Ν.Σ. επικοινωνεί με το υπόλοιπο σώμα μέσω των εγκεφαλικών και των νωτιαίων νεύρων, τα οποία ανήκουν στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα.

Ο εγκέφαλος αποτελείται από περιβλήματα, τις μήνιγγες (σκληρά, αραχνοειδής, χοριοειδής). Βρίσκεται εντός της κοιλότητας του εγκεφαλικού κρανίου, περιβεβλημένος από εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Συνέχεια του εγκεφάλου αποτελεί ο νωτιαίος μυελός και βρίσκεται περιβεβλημένος από εγκεφαλονωτιαίο υγρό εντός του σπονδυλικού σωλήνα. [6,7,8]



Εικόνα 2.1: Ανατομικό παρασκεύασμα εγκεφάλου. Στην εικόνα απεικονίζεται η κάτοψη του εγκεφάλου με τις βασικές αρτηρίες.

Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό παράγεται στα χοριοειδή πλέγματα, είναι άχρωμο και άοσμο. Αποτελείται από ένα υδατικό μέρος και ένα ξηρό υπόλειμμα, το οποίο περιλαμβάνει οργανικές και ανόργανες ουσίες. Η πρωτεΐνη που περιέχει αποτελείται από λευκωματίνες και σφαιρίνες.

Στο ΚΝΣ βρίσκεται ένας μεγάλος αριθμός νευρικών κυττάρων με τις αποφυάδες τους και περιβάλλονται και στηρίζονται από τον ειδικό ιστό την νευρογλοία. Το νευρικό κύτταρο μαζί με τις αποφυάδες του αποτελεί τον νευρώνα. Οι μικρές αποφυάδες ενός νευρικού κυττάρου, είναι γνωστές ως νευρικές ίνες ή άξονες.

Στον εγκέφαλο, εξωτερικά βρίσκεται η φαιά ουσία(φαιό χρώμα, λόγω της παρουσίας των σωμάτων των νευρικών σωμάτων) και εσωτερικά η λευκή ουσία. Αντίθετα, στον νωτιαίο μυελό εξωτερικά συναντάμε την λευκή ουσία. Η φαιά ουσία απαρτίζεται από τα συνδεδεμένα σε αυτήν, κυτταρικά σώματα των νευρώνων σχηματίζοντας νευρωτικά δίκτυα, σαν σχήμα πεταλούδας, ενώ η λευκή ουσία απαρτίζεται από τους νευράξονες που διασυνδέουν περιοχές του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού. Η ουσία αυτή οφείλει το λευκό της χρώμα στο λιπιδικό περιεχόμενο των μυελινικών θηκών. [6,7,8]



Εικόνα 2.2: Ανατομικό παρασκεύασμα εγκεφάλου. Οβελιαία τομή εγκεφαλικού παρεγχύματος στο οποίο απεικονίζονται η λευκή (εσωτερικό) και η φαιά ουσία (εξωτερικά).

2.3 Στοιχεία ατομικής και φυσιολογίας του εγκεφάλου

2.3.1 Το νευρικό κύτταρο ή νευρώνας

Το δομικό στοιχείο των μερών του νευρικού συστήματος, το οποίο παράγει και κατευθύνει το ερέθισμα, χαρακτηρίζοντάς το ως την μικρότερη λειτουργική μονάδα στο νευρικό σύστημα, είναι το νευρικό κύτταρο ή αλλιώς, νευρώνας. Τα μέρη από τα

οποία αποτελείται είναι το σώμα, τους δενδρίτες, από έναν άξονα και τις απολήξεις του τελευταίου. Οι νευρώνες δέχονται σήματα από άλλους νευρώνες στις συνάψεις, καταλήγοντας σε μεταβολές στο τοπικό μεμβρανικό δυναμικό. Όταν το δυναμικό αυτό είναι αρκετά εκπολωμένο, προκαλείται ένα δυναμικό ενέργειας στον εκφυτικό κώνο του άξονα, το οποίο μεταδίδεται κατά μήκος του άξονα ως τις συνάψεις του με τους άλλους νευρώνες και μυϊκά κύτταρα.

Το μεγαλύτερο κεντρικό τμήμα του νευρώνα είναι το κυτταρικό σώμα και ο ρόλος του είναι να αποτελεί το μεταβατικό τμήμα του νευρώνα και γενιά να επιτελεί λειτουργίες κυρίως θρεπτικές και αναγεννητικές. Τα μέρη του είναι ο πυρήνας, το κοκκώδες ενδοπλασματικό δίκτυο, τα στοιχεία Golgi, τα μιτοχόνδρια, τα νευρονημάτια και μικροσωληνάρια.

Οι δενδρίτες είναι ουσιαστικά προεκτάσεις του κυτταρικού σώματος, οι οποίες είναι τρισδιάστατες στον χώρο, ώστε να προσλαμβάνουν με ευκολία πληροφορίες από μια ευρεία επιφάνεια. Είναι δέκτες, επειδή υποδέχονται τις ώσεις, μεταφέροντας αυτές προς το κυτταρικό σώμα.

Οι νευράξονες ή νευρικές ίνες, οι οποίοι καλύπτονται από τους ολιγοδενδρίτες, αποτελούν το διαβιβαστικό τμήμα, διότι μεταδίδουν τις ώσεις στους άλλους νευρώνες ή κύτταρα, ώστε να φτάσει η εντολή στο εκτελεστικό όργανο. Κάθε νευρώνας έχει μόνο ένα νευράξονα, σύμφωνα με τον οποίον θα ολοκληρωθεί η ανάλυση των πληροφοριών που προήχθησαν και τελικά να σχηματιστεί η απάντηση αυτών προς τα ερεθίσματα που δέχθηκε. Οι νευράξονες καλύπτονται από τους ολιγοδενδρίτες. [6, 7, 8]

2.3.2 Λειτουργική διάταξη των νευρώνων

Σύμφωνα με την λειτουργική διάταξη των νευρώνων διακρίνουμε τους Κινητικούς (φυγόκεντροι ή απαγωγοί), τους Αισθητικούς –Αισθητήριους (προσαγωγοί) και τους Συνδετικούς, οι οποίοι βρίσκονται ανάμεσα στους Κινητικούς και Αισθητικούς .

Οι κινητικοί νευρώνες μεταφέρουν πληροφορίες έξω από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα προς τους μυς, το κυτταρικό σώμα, οι δενδρίτες και μικρό μέρος του άξονα βρίσκονται εντός του, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του άξονα βρίσκεται στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα.

Οι αισθητήριοι νευρώνες πραγματοποιούν τη μεταφορά των πληροφοριών που έχουν συλλεχθεί από τις απολήξεις του Κεντρικού νευρικού συστήματος. Το κυτταρικό σώμα και η μακριά περιφερική αποφυάδα του άξονα βρίσκονται στο περιφερικό νευρικό

σύστημα, ενώ η μικρή κεντρική αποφυάδα του άξονα εισέρχεται στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Επιπλέον, οι αισθητήριοι νευρώνες δεν έχουν δενδρίτες. Οι συνδεδετικοί νευρώνες τελικά ολοκληρώνουν ή τροποποιούν τα σήματα, όπως επίσης ενσωματώνουν ομάδες από προσαγωγούς και απαγωγούς νευρώνες σε αντανακλαστικά κυκλώματα, ακόμη και αν αυτά βρίσκονται εντός του Κεντρικού Νευρικού συστήματος. [6,7]

2.3.3 Η Νευρική ίνα

Η νευρική ίνα των κυττάρων συνοδεύεται από νευρογλοιακά κύτταρα, σχηματίζοντας γύρω από τη δομή της ένα νευρογλοιακό έλυτρο. Στην περίπτωση αυτή, ονομάζεται νευράξονας ο νευρώνας, επειδή το νευρογλοιακό έλυτρο κατέχει κεντρική θέση. Μαζί ο νευράξονας με το νευρογλοιακό έλυτρο, αποτελούν την νευρική ίνα, η οποία περιβάλλεται από στρώματα κυτταρικής μεμβράνης με μυελίνη (εμμύελη) ή χωρίς μυελίνη (αμύελη). [6,7]

2.3.4 Η μυελίνη

Ο σχηματισμός της μυελίνης πραγματοποιείται από τα κύτταρα του Schwann στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα και από τα ολιγοδενδροκύτταρα στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα. Είναι μία ουσία από λιπώδης ιστό και συναντάται σε μικρά τμήματα με ενδιάμεσα κενά ,τους κόμβους Ranvier.

Ο ρόλος της μυελίνης είναι η καλύτερη μόνωση και η αύξηση της ταχύτητας της νευρικής ώσης. Αυτό αυξάνει σημαντικά την ταχύτητα της νευροαγωγιμότητας, λόγω της αλματώδους αγωγής. Ενώ σχεδόν όλοι οι νευράξονες του Κ.Ν.Σ είναι εμμύελοι, στο Π.Ν.Σ είναι εμμύελοι σε περιοχές όπου χρειάζονται μεγάλες ταχύτητες αντίδρασης (σύσπαση σκελετικών μυών) και αμύελοι σε περιοχές που δεν απαιτούν ταχεία μεταφορά της πληροφορίας (η μετάδοση της αίσθησης τάσης των μυϊκών ινών και των τενόντων). [6,7,8]

2.3.5 Οι συνάψεις

Τα νευρικά κύτταρα μεταξύ τους συνδέονται με τις συνάψεις είτε δομικά είτε λειτουργικά. Ο άξονας της σύναψης, που αποτελεί ένα προσυναπτικό κύτταρο, μπορεί να εφάπτεται με το σώμα, του δενδρίτες ή κάποια άλλη δομή άλλου νευρώνα, που είναι το μετασυναπτικό κύτταρο και ανάμεσά του υπάρχει μια μετασυναπτική σχισμή. Το

πρώτο άκρο, το προσυναπτικό, περιλαμβάνει πολλά συναπτικά κοκκία με χημικό διαβιβαστή, και η λειτουργία του είναι να απελευθερώνεται στην σύναψη για την μεταβίβαση των νευρικών διεγέρσεων.

Ανάλογα με την μορφολογία κάθε σύναψης, αυτές διακρίνονται σε ηλεκτρικές συνάψεις χημικής και ηλεκτρικής φύσης. Αξονοδενδριτικές καλούνται αυτές που βρίσκονται ανάμεσα στις νευρώσεις, και μεταδίδουν το ερέθισμα από τον έναν νευρώνα στον άλλον. Όταν η μετάδοση γίνεται χωρίς παρεμβολές δενδριτών γίνεται με ανασταλτική δράση των συνάψεων.

Επιπλέον, οι συνάψεις διακρίνονται σε διεγερτικές συνάψεις, δηλαδή διεγείρονται δεκτικά κύτταρα και οι ανασταλτικές συνάψεις με σκοπό την καταστολή του ερεθίσματος στα δεκτικά κύτταρα. Τελικά, μπορούν να διακριθούν σύμφωνα με το είδος της ουσίας που διαβιβάζουν, σε χολινεργικές και αδρενεργικές συνάψεις.

[6,7,8]

2.3.6 Οι μυϊκές συνάψεις

Οι κινητικοί νευρώνες του πρόσθιου κέρατος του νωτιαίου μυελού, σχηματίζουν με τους σκελετικούς μυς συνάψεις. Το τμήμα που προ συνάπτονται, ονομάζεται τελική κινητική πλάκα, και η σύναψη με την ακετυλοχολίνη ως διαβιβαστική ουσία, νευρομυϊκή. Οι νευρίτες διαμέσου παράπλευρων δομών νευρώνουν πολλές μυϊκές ίνες. Τελικά, όταν γίνει η άφιξη της νευρικής ώσης στα τελικά κομβία του προσυναπτικού άξονα, θα προκληθεί ρήξη στα προσυναπτικά κυστίδια με σκοπό την απελευθέρωση της ακετυλοχολίνης στην συναπτική σχισμή, την διέγερση της μεμβράνης του μυός για την συστολή.

Οι υποδοχείς των μυών (μυϊκές άτρακτοι), των τενόντων (τενόντια όργανα του Golgi) και των αρθρώσεων δίνουν στον εγκέφαλο πληροφορίες σχετικές με τη θέση των αρθρώσεων, τη μυϊκή ισχύ και τις κινήσεις. Οι πληροφορίες αυτές είναι γνωστές στο σύνολό τους ως ιδιοδεκτικότητα. Με απλά λόγια, γνωρίζουμε εάν το χέρι μας είναι σφιγμένο σε γροθιά ακόμα και αν δεν το βλέπουμε. [6,7,8]

2.3.7 Νευρογλοία ή νευρογλοιακά κύτταρα

Τα νευρογλοιακά κύτταρα περιβάλλουν τους νευρώνες προσφέροντας τους δομική και λειτουργική υποστήριξη. Είναι μη ειδικά νευρικά κύτταρα και το σχήμα τους ποικίλει. Τα νευρογλοιακά κύτταρα διακρίνονται σε :

- **Αστροκύτταρα:** είναι μεγάλα με μακρές αποφυάδες. Σύμφωνα με τη λειτουργία των νευρογλοιακών κυττάρων, διακρίνουμε τα αστροκύτταρα τα οποία συμβάλλουν στο σχηματισμό της δομής του σκελετού κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη, τον ώριμο εγκέφαλο και την μεταφορά υγρών και ιόντων προς τα αιμοφόρα αγγεία.
- **Ολιγοδενδροκύτταρα:** ρόλος τους είναι η παραγωγή μυελίνης και η στήριξη. Ουσιαστικά, είναι τα γλοιακά κύτταρα της λευκής ουσίας, ενώ στην φαιά ουσία είναι κοντά στα σώματα των νευρώνων.
- **Μικρογλοία:** έχουν δομή μικρή και πυκνή, με αποφυάδες που μοιάζουν με αγκάθια. Αποτελεί εξειδικευμένα ανοσοκύτταρα – μακροφάγα του Κεντρικού νευρικού συστήματος υποβοηθούμενα από άλλα μονοκύτταρα.
- **Επενδυματικά κύτταρα:** είναι κύτταρα κυλινδρικής δομής χωρίς αποφυάδες με σκοπό την επένδυση των εγκεφαλικών κοιλιών και του κεντρικού σωλήνα του νωτιαίου μυελού. Επιπλέον είναι επιθηλιακά κύτταρα στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους σαν κροσσούς, για να διακινείται με ευκολία μέσα στις κοιλίες του εγκεφαλονωτιαίου υγρού. [6,7]

2.3.8 Μήνιγγες εγκεφάλου

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος προφυλάσσονται λόγω της ύπαρξης των τριών μηνίγγων, οι οποίες κατά σειρά από έξω προς τα μέσα είναι η σκληρά, η οποία στον εγκέφαλο εντοπίζεται κάτω από τα οστά του κρανίου, η αραχνοειδής και η χοριοειδής. Μεταξύ των μηνίγγων διακρίνεται ο επισκληρίδιος (μεταξύ σκληρής και κρανίου), ο υποσκληρίδιος (μεταξύ αραχνοειδούς και σκληρής) και ο υπαραχνοειδής χώρος (μεταξύ χοριοειδούς και αραχνοειδούς). Στον υπαραχνοειδή χώρο κυκλοφορεί το εγκεφαλονωτιαίο υγρό.

Πάνω από την σκληρά μήνιγγα υπάρχει ένα φλεβικό δίκτυο, ενώ παρατηρούνται και αναδιπλώσεις, όπως το δρέπανο του εγκεφάλου, που βρίσκεται ανάμεσα στην αύλακα χωρίζοντας τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια, το δρέπανο της παρεγκεφαλίδας, το σκηνίδιο της παρεγκεφαλίδας (εντοπίζεται πάνω από τον σκώληκα) και το διάφραγμα της υπόφυσης(γύρω από την υπόφυση). [6,7,8]



Εικόνα 2.3: Ανατομικό παρασκεύασμα παρεγκεφαλίδας.

2.3.9 Λειτουργική διαίρεση του εγκεφάλου

Ο εγκέφαλος διαιρείται, για λειτουργικούς κυρίως λόγους σε :

- **Τελικό ή πρόσθιο:** βρίσκονται τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, τα οποία είναι δύο (δεξιό και αριστερό) με την επιμήκη σχισμή ανάμεσά τους. Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια περιέχουν τις έλικες και τις αύλακες που καλύπτονται από τον χιτώνα (νεοχιτώνιο) και περιλαμβάνουν πέντε διακριτούς λοβούς. Ο βρεγματικός, ο μετωπιαίος, ο κεντρικός και ο κροταφικός λοβός. Ανάμεσα στον μετωπιαίο και τον βρεγματικό συναντάμε την αύλακα του Ρολάντο, μεταξύ του βρεγματικού και του κροταφικού λοβού βρίσκεται η πλάγια σχισμή του Sylvius, ενώ μεταξύ βρεγματικού και ινιακού η βρεγματοϊνιακή σχισμή. Στους λοβούς υπάρχουν τα κέντρα του εγκεφάλου, δηλαδή το σύνολο των νευρικών κυττάρων που επιτελούν την ίδια λειτουργία. Το κινητικό κέντρο βρίσκεται στον μετωπιαίο λοβό, το γενικό αισθητικό και το κέντρο της γεύσης στον βρεγματικό λοβό, το οπτικό στον ινιακό λοβό και το ακουστικό στον κροταφικό λοβό. Το κέντρο της ισορροπίας στην παρεγκεφαλίδα και το κέντρο της όσφρησης στο ρινικό εγκέφαλο (ρινεγκέφαλο ή παλαιοχιτώνιο).
- **Διάμεσο:** βρίσκονται οι οπτικοί θάλαμοι, ο υποθάλαμος, ο μεταθάλαμος, ο επιθάλαμος και η τρίτη ή μέση κοιλία. Ο οπτικός θάλαμος αντιπροσωπεύει τα 4/5 όλου του διάμεσου εγκεφάλου. Εκεί βρίσκεται το κέντρο της όρεξης. Όλες σχεδόν οι αισθητικές οδοί περνούν από τον οπτικό θάλαμο στη διαδρομή τους

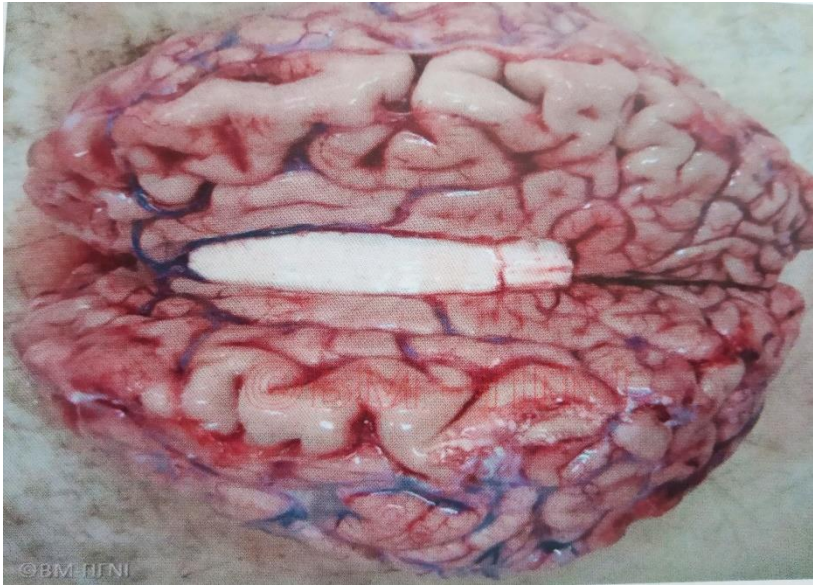
προς τον εγκεφαλικό φλοιό, κατά συνέπεια μία βλάβη του θαλάμου ή των φλοιωδών απαγωγών ινών του, λόγω αποπληξίας ή άλλης πάθησης οδηγεί σε αισθητικές διαταραχές .

- **Μέσο:** Εντός του, συναντάμε το τετράδυμο πέταλο, τους βραχίονες του τετράδυμου, τα εγκεφαλικά σκέλη και τον υδραγωγό του. Η δομή του τετράδυμου πετάλου είναι από φαιά ουσία και από 4 ογκώματα, τα πρόσθια ή άνω διδύμια των οποίων οι νευρώνες απαντούν σε οπτικά ερεθίσματα και τα οπίσθια η κάτω διδύμια, των οποίων οι νευρώνες απαντούν σε ακουστικά ερεθίσματα. Τα εγκεφαλικά σκέλη αποτελούν 90 λεπτές αποπεπλατυσμένες ταινίες λευκής ουσίας.
- **Οπίσθιο:** Στα μέρη του οπίσθιου εγκεφάλου ανήκουν η γέφυρα η παρεγκεφαλίδα και η τέταρτη κοιλία.

Τα μέρη της γέφυρας είναι η πρόσθια επιφάνεια, η βασική αύλακα, τα πυραμοειδή ογκώματα (πυραμίδες) και η οπίσθια ή άνω επιφάνεια. Αποτελεί το μεσαίο τμήμα του εγκεφαλικού στελέχους που συνδέει το προμήκη μυελό με το μεσεγκέφαλο και βρίσκεται μπροστά από την παρεγκεφαλίδα και είναι το σημείο που χιάζονται οι νευρικές οδοί. Νεύρα αναδυόμενα από την γέφυρα αποτελούν το τρίδυμο, το απαγωγό το οπτικοακουστικό και το στατικοακουστικό νεύρο. Μέσα στην βασική αύλακα πορεύεται η βασική αρτηρία.

Η παρεγκεφαλίδα εξωτερικά αποτελείται από δύο μεγάλες μάζες τα παρεγκεφαλιδικά ημισφαίρια και από τον σκώληκα που συνδέει τα δύο μέρη της παρεγκεφαλίδας. Εκεί βρίσκεται το κέντρο της ισορροπίας. Η παρεγκεφαλίδα αποτελεί τμήμα του κινητικού συστήματος, ενώ μόνη της δεν μπορεί να προκαλέσει συνειδητές (εκούσιες) κινήσεις είναι όμως υπεύθυνη για τον ασυνείδητο (ακούσιο) συντονισμό και τον λεπτό έλεγχο των μυϊκών ενεργειών.

- **Έσχατο:** Εμβρυική διαίρεση



Εικόνα 2.4: Ανατομικό παρασκεύασμα εγκεφάλου. Μεταξύ δεξιού και αριστερού εγκεφαλικού ημισφαιρίου απεικονίζεται ο μεγαλύτερος σύνδεσμος του εγκεφάλου, το μεσολόβιο.

2.4 Αιμάτωση του εγκεφάλου

2.4.1 Αρτηρίες εγκεφάλου

Ο εγκέφαλος αρδεύεται από τις σπονδυλικές αρτηρίες και τις δύο έσω καρωτίδες, καθώς και από τους κλάδους τους, αντίστοιχα. Οι προηγούμενες, εντοπίζονται υπαραχνοειδικά, με τους κλάδους τους να αναστομώνονται σχηματίζοντας τον αρτηριακό κύκλο του εγκεφάλου, γνωστό και ως κύκλο του Willis.

Καρωτιδικό σύστημα

Η αφετηρία της έσω καρωτίδας είναι ο διχασμός της κοινής καρωτίδας αρτηρίας του τραχήλου, με εικόνα τοπικής διεύρυνσης, αποτελώντας έτσι, τον καρωτιδικό κόλπο. Έπειτα, ακολουθεί ανοδική πορεία με την είσοδό της στο κρανιακό κύτος διαμέσου του καρωτιδικού πόρου της βασικής μοίρας του κροταφικού οστού. Έπειτα, διέρχεται από τον σφραγγώδη κόλπο και αναδύεται εντός της πρόσθιας κλινοειδούς απόφυσης και αφότου ακολουθήσει την καθορισμένη διαδρομή, καταφέρνει τελικώς να αποσχισθεί στην πρόσθια εγκεφαλική και μέση εγκεφαλική αρτηρία.

Κλάδοι έσω καρωτίδας

Η έσω καρωτίδα διακλαδίζεται σε οπίσθια αναστομωτική, οφθαλμική, χοριοειδής, πρόσθια εγκεφαλική και μέση εγκεφαλική αρτηρία. Ξεκινώντας με έναν μικρό κλάδο,

η οπίσθια αναστομωτική αρτηρία, πορεύεται οπισθίως και επάνω από το κοινό κινητικό νεύρο, αναστομώνεται με την οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία.

Η οφθαλμική αρτηρία εισέρχεται εντός του οφθαλμικού κόγχου από το οπίσθιο τμήμα και διανέμεται στις ανατομικές οφθαλμικές περιοχές με τους τελικούς της κλάδους να διανέμονται με την σειρά τους μετωπιαία, ρινικά και ηθμοειδικά.

Συνεχίζοντας, η χοριοειδής αρτηρία κατευθύνεται προς το κροταφικό κέρασ της πλάγιας κοιλίας, καταλήγοντας στο χοριοειδές πλέγμα. Αιματώνει το εγκεφαλικό στέλεχος, το έξω γονατώδες σώμα, την οπτική γωνία και την έσω κάψα.

Τον μικρότερο κλάδο της έσω καρωτίδας αποτελεί η πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία, η οποία αναστομώνεται με την πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία της αντίθετης πλευράς. Οι φλοιώδεις κλάδοι της διανέμονται ως την βρεγματική σχισμή, ώστε τελικώς να αιματώσουν μερικώς, την πρόσθια κεντρική έλικα και τμήματα του κερκοφόρου και του φακοειδούς πυρήνα και της έσω κάψας.

Ο μεγαλύτερος κλάδος της έσω καρωτίδας είναι η μέση εγκεφαλική αρτηρία, η οποία χορηγεί αίμα σε όλο τον κινητό φλοιό, εκτός της περιοχής που αντιστοιχεί στα κάτω άκρα. Τέλος, οι κεντρικοί κλάδοι της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας διανέμονται στους κερκοφόρο και φακοειδή πυρήνα, καθώς και στην έξω κάψα.

Σπονδυλοβασικό σύστημα και κλάδοι

Ο κλάδος της πρώτης μοίρας της υποκλειδίου αρτηρίας, δηλαδή η σπονδυλική αρτηρία, αφότου ακολουθήσει την πορεία της εντός του εγκεφάλου, συνενώνεται με την σπονδυλική αρτηρία της και να σχηματίζεται η βασική αρτηρία. Η τελευταία, διακλαδώνεται στις δύο οπίσθιες εγκεφαλικές αρτηρίες.

Κλάδοι της σπονδυλικής αρτηρίας αποτελούν οι μηνιγγικοί κλάδοι.

Η πρόσθια νωτιαία αρτηρία βρίσκεται στην χοριοειδή μήνιγγα της πρόσθιας σχισμής του νωτιαίου μυελού και εκεί εμπλουτίζεται από τις επιχώριες ριζικές αρτηρίες, οι οποίες εισέρχονται από τα μεσοσπονδύλια τμήματα, εντός του σπονδυλικού σωλήνα.

Ο παχύτερος κλάδος της σπονδυλικής αρτηρίας, δηλαδή η οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία, πορεύεται ανώμαλα στο χοριοειδές πλέγμα της τέταρτης κοιλίας και μεταξύ προμήκη μυελού και της παρεγκεφαλίδας .

Τέλος, οι μικροί κλάδοι που διανέμονται στον προμήκη μυελό ονομάζονται προμηκικές αρτηρίες.

Κλάδοι της βασικής αρτηρίας

Οι πολλές και μικρές γεφυρικές αρτηρίες που εισέρχονται στην γέφυρα του εγκεφάλου αποτελούν τους κλάδους της βασικής αρτηρίας.

Η πρόσθια κάτω εγκεφαλική αρτηρία κατευθύνεται προς την πρόσθια και κάτω επιφάνεια της παρεγκεφαλίδας, με ορισμένους κλάδους της να κατευθύνονται προς την γέφυρα και τον προμήκη μυελό.

Έπειτα, η άνω παρεγκεφαλιδική αρτηρία βρίσκεται προς την άνω επιφάνεια της παρεγκεφαλίδας, την γέφυρα, την υπόφυση και το πρόσθιο μυέλινο ιστίο.

Η οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία διακλαδίζεται σε φλοιώδεις κλάδους, που αρδεύει τον οπτικό φλοιό, σε κεντρικούς κλάδους στον θάλαμο και στον φακοειδή πυρήνα και στον χοριοειδή κλάδο που διανέμεται στο χοριοειδές πλέγμα της τρίτης κοιλίας.

Ο αρτηριακός κύκλος του εγκεφάλου ή κύκλος του Willis

Ο κύκλος του Willis βρίσκεται στην βασική επιφάνεια του εγκεφάλου και σχηματίζεται από τις προαναφερθείσες αναστομώσεις των έσω καρωτίδων και των σπονδυλικών αρτηριών. Από εκεί το αίμα κατευθύνεται σε οποιαδήποτε τμήμα των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Από τον κύκλο του Willis, εκπορεύονται και διανέμονται κλάδοι, κεντρικοί και φλοιώδεις, προς την εγκεφαλική ουσία. [6,7,8]

2.4.2 Φλέβες εγκεφάλου

Οι φλέβες του εγκεφάλου, αγγεία χωρίς βαλβίδες και μυϊκό ιστό στα λεπτά τους τοιχώματα, αναδύονται στον υπαραχνοειδή χώρο, και τελικώς αποχετεύονται στην σκληρή μήνιγγα και συγκεκριμένα στους φλεβώδεις κόλπους.

Εξωεγκεφαλικές φλέβες

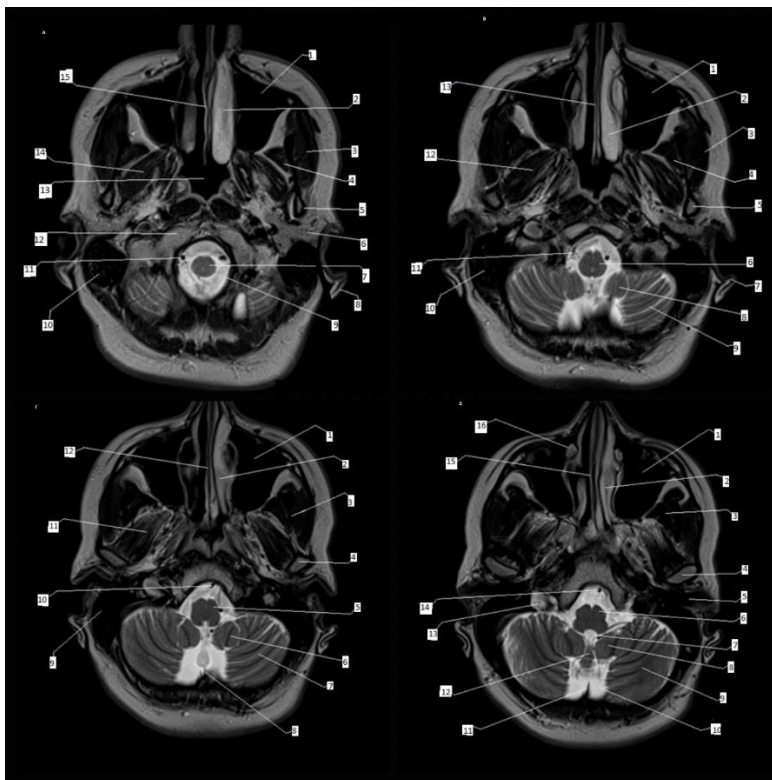
Στον άνω οβελιαίο κόλπο, παρατηρούνται οι εκβολές των άνω εγκεφαλικών φλεβών. Η επιπολής μέση εγκεφαλική φλέβα συλλέγει το αίμα από την έξω επιφάνεια του εγκεφαλικού ημισφαιρίου και το κατευθύνει στον συραγγώδη κόλπο. Η επιπολής μέση εγκεφαλική φλέβα συλλέγει το αίμα της έξω επιφανείας του εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Επιπλέον, η εν τω βάθει εγκεφαλική φλέβα συλλέγει το αίμα από την νήσο, συνδέεται με την πρόσθια και την ραβδωτή φλέβα, σχηματίζοντας την βασική φλέβα, η οποία εκβάλλει στην φλέβα του Γαληνού και έπειτα στον ευθύ κόλπο.

Ενδοεγκεφαλικές φλέβες

Η χοριοειδής με την θαλαμοραβδωτή φλέβα ενώνονται δημιουργώντας τις δύο έσω εγκεφαλικές φλέβες. Οι τελευταίες , με τη σειρά τους ενώνονται στο σπληνίο του μεσολοβίου, ώστε να σχηματιστεί η μεγάλη φλέβα του του εγκεφάλου που εκβάλλει στον ευθύ κόλπο. [6,7,8]

2.5 Ακτινοανατομία εγκεφάλου

2.5.1 Ακτινοανατομία εγκεφάλου σε εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκάρσιου επιπέδου



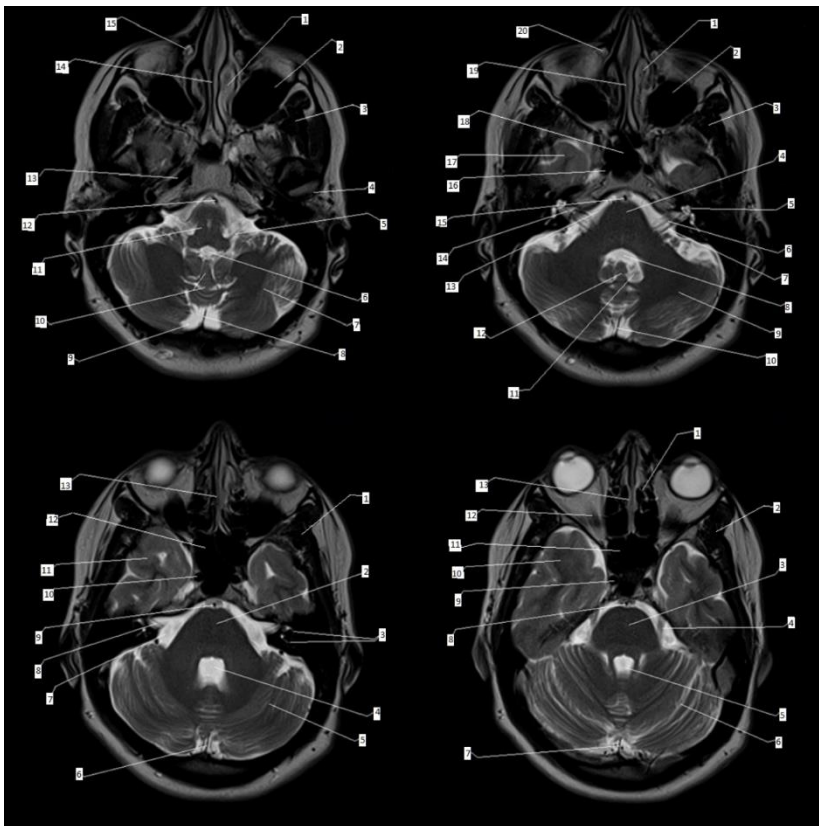
Εικόνα 2.5 :Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας, εγκάρσιες (axial) τομές εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο. [www.mrimaster.com]

(Πάνω Αριστερή εικόνα) A: 1.άνω γνάθος 2.μέση ρινική κόγχη 3.μασητήρ μυς 4.κροταφικός μυς 5.κλάδος της κάτω γνάθου 6.παροτίνης αδέννας 7.νωτιαίος μυελός 8.πτερύγιον του ωτός 9.ινιακό τμήμα 10.μαστοειδείς κυψέλες 11.σπονδυλική αρτηρία 12.ινιακός κόνδυλος 13.ρινοφάρυγξ 14.πλάγιος πτερυγοειδής μυς 15.ρινικό διάφραγμα

(Πάνω Δεξιά εικόνα) B: 1.άνω γνάθος 2.κατώτερη ρινική κόγχη 3.μασητήρ μυς 4.κροταφικός μυς 5.κλάδος της κάτω γνάθου 6.νωτιαίος μυελός 7.πτερύγιον του ωτός 8.αμυγδαλή της παρεγκεφαλίδας 9.παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο 10.μαστοειδείς κυψέλες 11.σπονδυλική αρτηρία 12.πλάγιος πτερυγοειδής μυς 13.ρινικό διάφραγμα

(Κάτω Αριστερή εικόνα) Γ: 1.άνω γνάθος 2.μέση εγκεφαλική αρτηρία 3.κροταφικός μυς 4.κλάδος κάτω γνάθου 5.προμύκης μυελός 6.αμυγδαλή 7.παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο 8.παρεγκεφαλιδική δεξαμενή 9.μαστοειδείς κυψέλες 10.βασική αρτηρία 11. 12.ρινικό διάφραγμα

(Κάτω Δεξιά εικόνα) Δ: 1.άνω γνάθος 2.μέση εγκεφαλική αρτηρία 3.κροταφικός μυς 4.κλάδος κάτω γνάθου 5.προμύκης μυελός 6.αμυγδαλή της παρεγκεφαλίδας 7.τέταρτη κοιλία 8.αμυγδαλή 9.παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο 10.παρεγκεφαλιδική δεξαμενή 11.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 12.κατώτερος σκώληκας της παρεγκεφαλίδας 13.εσω σφαγίτιδα φλέβα 14.βασική αρτηρία 15.ρινικό διάφραγμα 16.ρινοδακρυικός πόρος



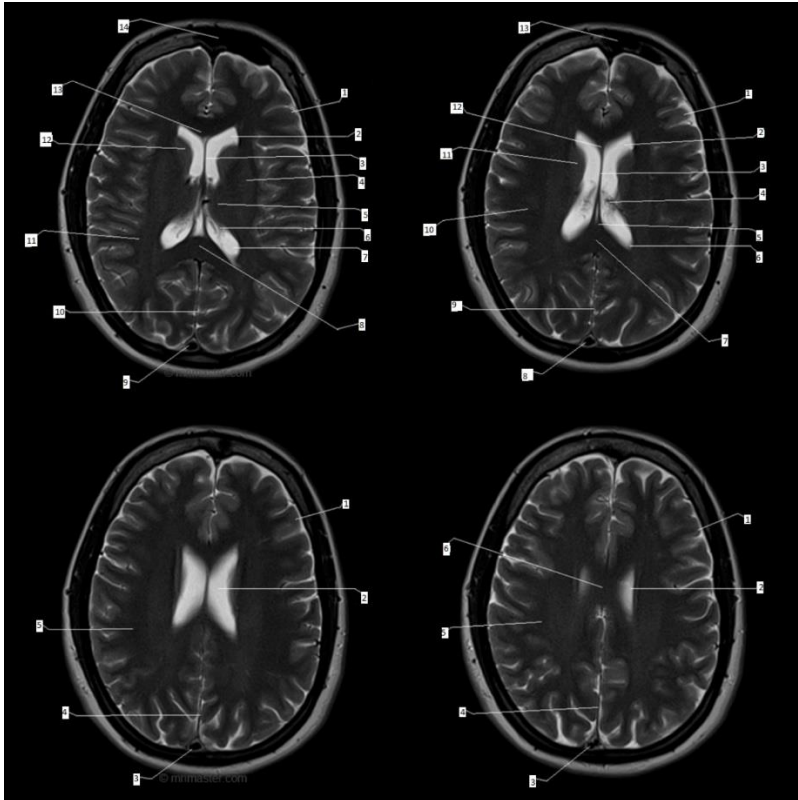
Εικόνα 2.6 :Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας, εγκάρσιες τομές εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο. [www.mrimaster.com]

(Πάνω Αριστερή εικόνα) Α: 1.μέση ρινική κόγχη 2.άνω γνάθος 3.κροταφικός μυς 4.γλωσσοφαρυγγικό νεύρο 5.τέταρτη κοιλία 6.παροτίδα 7.παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο 8.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 9.παρεγκεφαλιδική δεξαμενή 10.κατώτερος σκώληκας παρεγκεφαλίδας 11.προμύκης μυελός 12.βασική αρτηρία 13.έσω καρωτιδική αρτηρία 14.ρινικό διάφραγμα 15.ρινοδακρυικός πόρος

(Πάνω Δεξιά εικόνα) Β: 1.μέση ρινική κόγχη 2.άνω γνάθος 3.κροταφικός μυς 4.γέφυρα του εγκεφάλου 5.κοχλίας 6.προσωπικό νεύρο 7.αιθουσαίο-κοχλιακό νεύρο 8.τέταρτη κοιλία 9.παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο 10.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 11.χοριοειδές πλέγμα 12.κάτω σκώληκας της παρεγκεφαλίδας 13.γωνία οπίσθιου εγκεφάλου 14.έσω ακουστικός πόρος 15.βασική αρτηρία 16.έσω καρωτίδα αρτηρία 17.κροταφικός λοβός 18.σφηνοειδής κόλπος 19.ρινικό διάφραγμα 20. ρινοδακρυϊκός πόρος

(Κάτω Αριστερή εικόνα) Γ:1.ηθμοειδείς κυψέλες 2.κροταφικός μυς 3.γέφυρα του εγκεφάλου 4.τρίδυμο νεύρο 5.τέταρτη κοιλία 6.παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο 7.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 8.βασική αρτηρία 9.έσω καρωτίδα αρτηρία 10.κροταφικός λοβός 11.σφηνοειδής κόλπος 12.κατώτερος ορθός μυς 13.ρινικό διάφραγμα

(Κάτω Δεξιά εικόνα) Δ: 1.κροταφικός μυς 2.γέφυρα του εγκεφάλου 3.ημικυκλικά κανάλια 4.τέταρτη κοιλία 5.παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο 6.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 7.γωνία οπίσθιου εγκεφάλου 8.έσω ακουστικός πόρος 9.βασική αρτηρία 10.έσω καρωτίδα αρτηρία 11.κροταφικός λοβός 12.σφηνοειδής κόλπος 13.ρινικό διάφραγμα



Εικόνα 2.7 :Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας, εγκάρσιες τομές εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο. [www.mrimaster.com]

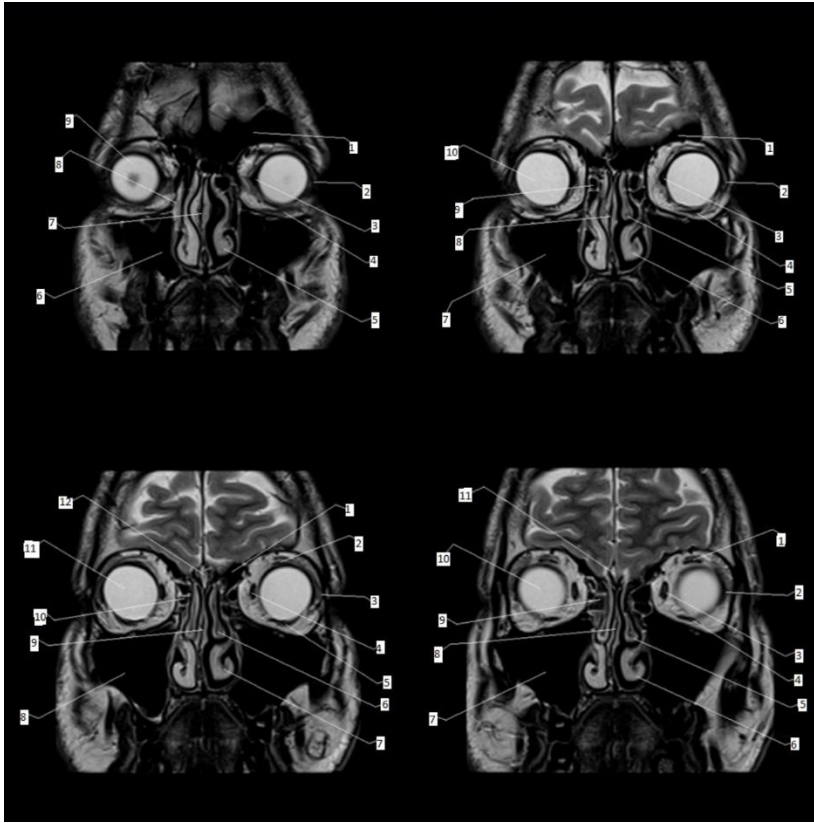
(Πάνω Αριστερή εικόνα) A: 1.φαιά ουσία 2.πρόσθιο κέρασ πλάγιας κοιλίας 3.διαφανές διάφραγμα 4.κέλυφος φακοειδούς πυρήνα 5.θάλαμος 6.χοριοειδές πλέγμα 7.οπίσθιο κέρασ πλάγιας κοιλίας 8.σπληνίο του μεσολόβιου 9.άνω οβελιαίος κόλπος 10.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 11.λευκή ουσία 12.κεφαλή κερκοφόρου πυρήνα 13.γόνυ του μεσολόβιου 14.μετωπιαίος κόλπος

(Πάνω Δεξιά εικόνα) B: 1.φαιά ουσία 2.πρόσθιο κέρασ πλάγιας κοιλίας 3.διαφανές διάφραγμα 4.χοριοειδές πλέγμα 5.σπληνίο του μεσολόβιου 6.οπίσθιο κέρασ πλάγιας κοιλίας 7.σπληνίο του μεσολόβιου 8.άνω οβελιαίος κόλπος 9.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 10.λευκή ουσία 11.κεφαλή κερκοφόρου πυρήνα 12.γόνυ του μεσολόβιου 13.μετωπιαίος κόλπος

(Κάτω Αριστερή εικόνα) Γ: 1.φαιά ουσία 2.σώμα πλάγιας κοιλίας 3.άνω οβελιαίος κόλπος 4.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 5.λευκή ουσία

(Κάτω Δεξιά εικόνα) Δ: 1.φαιά ουσία 2.σώμα πλάγιας κοιλίας 3.άνω οβελιαίος κόλπος 4.δρέπανο της παρεγκεφαλίδας 5.λευκή ουσία 6.σώμα του μεσολόβιου

2.5.2 Ακτινοανατομία εγκεφάλου σε εικόνες μαγνητικής τομογραφίας στεφανιαίου επιπέδου.



Εικόνα 2.8 :Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας, στεφανιαίες (coronal) τομές εγκεφάλου (σπλαχνικού κρανίου) σε Μαγνητικό Τομογράφο. [www.mrimaster.com]

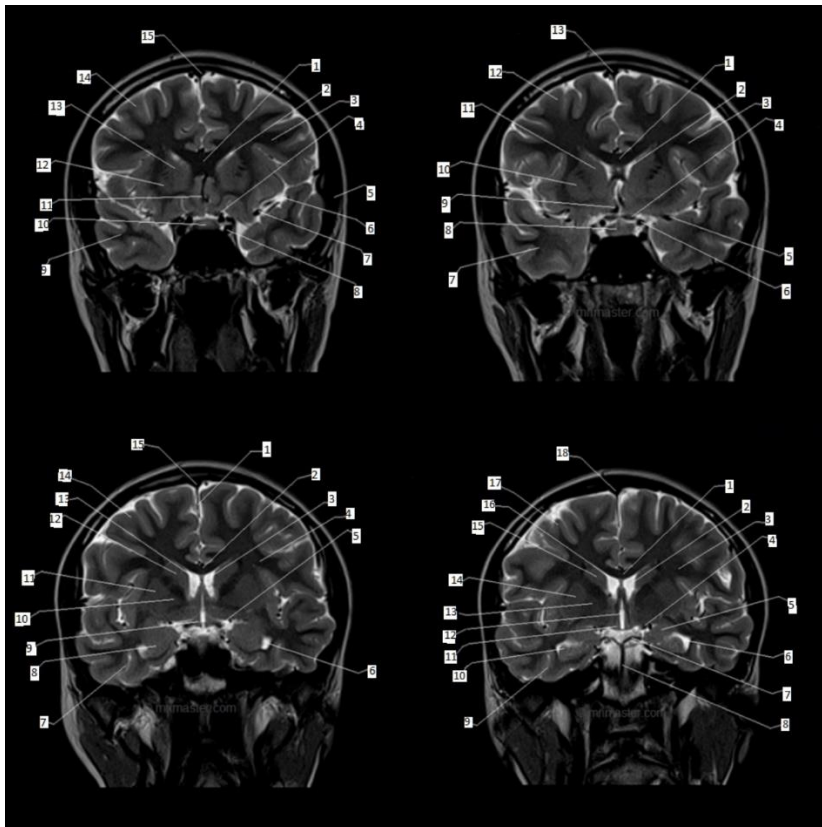
(Πάνω Αριστερή εικόνα) Α: 1.μετωπιαίος λοβός 2.έξω ορθός μυς του οφθαλμού 3.έσω ορθός μυς του οφθαλμού 4.κάτω ορθός μυς του οφθαλμού 5.κατώτερη ρινική κόγχη 6.κλάδος άνω γνάθου 7.ρινικό διάφραγμα 8.ρινοδακρυικός αδένας 9.κοιλότητα του υαλοειδούς υγρού του οφθαλμού.

(Πάνω Δεξιά εικόνα) Β: 1.μετωπιαίος λοβός 2.έξω ορθός μυς του οφθαλμού 3.έσω ορθός μυς του οφθαλμού 4.κάτω ορθός μυς του οφθαλμού 5.μέση ρινική κόγχη 6.κατώτερη ρινική κόγχη 7.άνω γνάθος 8.ρινικό διάφραγμα 9.ηθμοειδείς κυψέλες 10.κοιλότητα του υαλοειδούς υγρού του οφθαλμού

(Κάτω Αριστερή εικόνα) Γ: 1.άνω ορθός μυς του οφθαλμού 2.έξω ορθός μυς του οφθαλμού 3.έσω ορθός μυς του οφθαλμού 4.κάτω ορθός μυς του οφθαλμού 5.μέση ρινική κόγχη 6.κατώτερη ρινική κόγχη 7.άνω γνάθος 8.ρινικό διάφραγμα 9.ηθμοειδείς κυψέλες 10.κοιλότητα του υαλοειδούς υγρού του οφθαλμού 11.κάλαιον του ηθμοειδούς οστού

(Κάτω Δεξιά εικόνα) Δ: 1.μετωπιαίος λοβός 2.άνω ορθός μυς του οφθαλμού 3.έξω ορθός μυς του οφθαλμού 4.έσω ορθός μυς του οφθαλμού 5.κάτω ορθός μυς του

οφθαλμού 6.μέση ρινική κόγχη 7.κατώτερη ρινική κόγχη 8.άνω γνάθος 9.ρινικό διάφραγμα 10.ηθμοειδείς κυψέλες 11.κοιλότητα του υαλοειδούς υγρού του οφθαλμού 12.κάλαιον του ηθμοειδούς οστού.



Εικόνα 2.9 :Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας, στεφανιαίες (coronal) τομές εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο. [www.mrimaster.com]

(Πάνω Αριστερή εικόνα) A : 1.γόνυ του μεσολόβιου, 2.πρόσθια πλευρά της πλάγιας κοιλίας, 3.λευκή ουσία, 4.οπτικό νεύρο, 5.κροταφικός μυς, 6.σχισμή του Σίλβιους, 7.μέση εγκεφαλική αρτηρία, 8.έσω καρωτίδα αρτηρία, 9.κροταφικός λοβός, 10.υπόφυση, 11.πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία, 12.κέλυφος φακοειδούς πυρήνα, 13.κερκοφόρος πυρήνας 14.φαιά ουσία, 15.ανώτερος οβελιαίος κόλπος

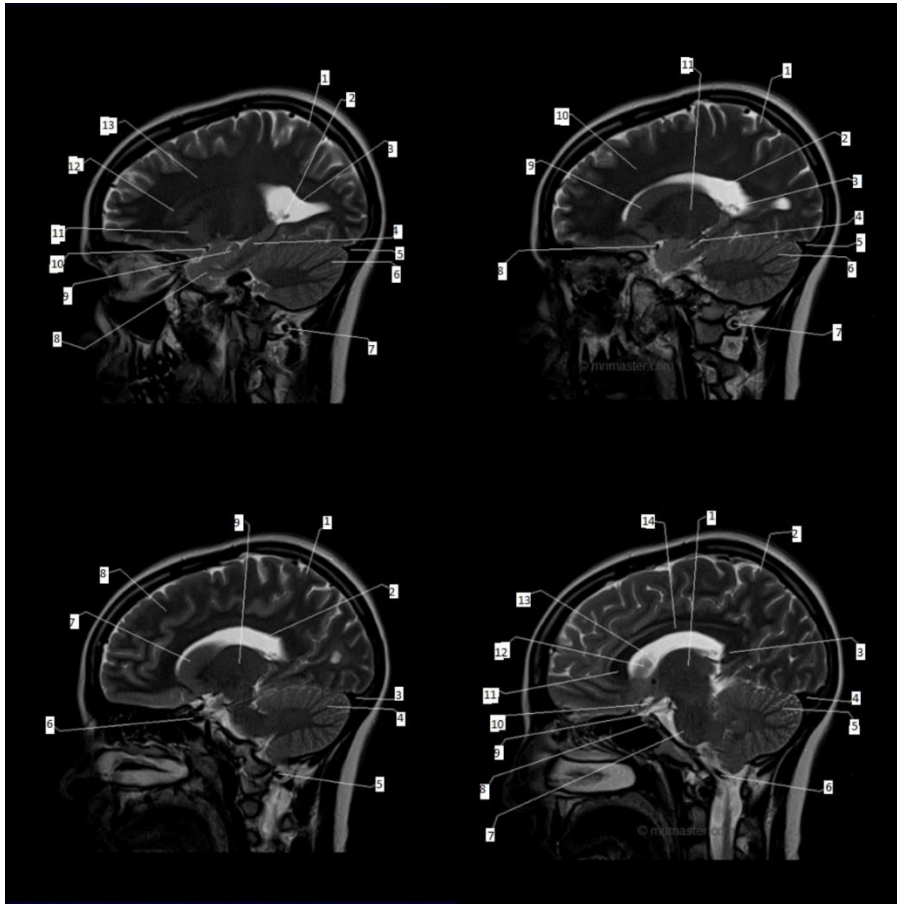
(Πάνω Δεξιά εικόνα) B: 1.σώμα του μεσολόβιου, 2.πρόσθια πλευρά της πλάγιας κοιλίας, 3.λευκή ουσία, 4.οπτικό χίασμα, 5.μέση εγκεφαλική αρτηρία, 6.έσω καρωτίδα αρτηρία,

7.κροταφικός λοβός, 8.υπόφυση, 9.πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία, 10.κέλυφος φακοειδούς πυρήνα, 11.κερκοφόρος πυρήνας, 12.φαιά ουσία, 13.ανώτερος οβελιαίος κόλπος

(Κάτω Αριστερή εικόνα) Γ: 1.δρέπανο 2.σώμα του μεσολόβιου, 3.πρόσθια πλευρά της πλάγιας κοιλίας, 4.λευκή ουσία, 5.οπτικό χίασμα 6.πλάγια κοιλία(κροταφική μοίρα) 7.κροταφικός λοβός, 8.ιππόκαμπος, 9.πλάγια κοιλία (κροταφική μοίρα), 10.ωχρά σφαίρα έσω τμήματος του φακοειδούς πυρήνα, 11.κέλυφος φακοειδούς πυρήνα, 12.κερκοφόρος πυρήνας, 13. Διαφανές διάφραγμα του εγκεφάλου, 14.φαιά ουσία, 15.ανώτερος οβελιαίος κόλπος.

(Κάτω Δεξιά εικόνα) Δ: 1.σώμα του μεσολόβιου, 2.πρόσθια πλευρά της πλάγιας κοιλίας, 3.λευκή ουσία, 4.οπτικό χίασμα, 5.σκηνίδιο της παρεγκεφαλίδας, 6.βασική αρτηρία, 7.γέφυρα του εγκεφάλου, 8.μαστία του εγκεφάλου, 9.ιππόκαμπος, 10.τρίτη κοιλία, 11.ωχρά σφαίρα έσω τμήματος του φακοειδούς πυρήνα 12.θάλαμος 13.κέλυφος φακοειδούς πυρήνα, 14.τμήμα του Μονρό., 15.κερκοφόρος πυρήνας, 16.διαφανές διάφραγμα του εγκεφάλου, 17.φαιά ουσία, 18.ανώτερος οβελιαίος κόλπο

2.5.3 Ακτινοανατομία εγκεφάλου σε εικόνες μαγνητικής τομογραφίας οβελιαίου (sagittal) επιπέδου



Εικόνα 2.10 :Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας, οβελιαίες (sagittal) τομές εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο. [www.mrimaster.com]

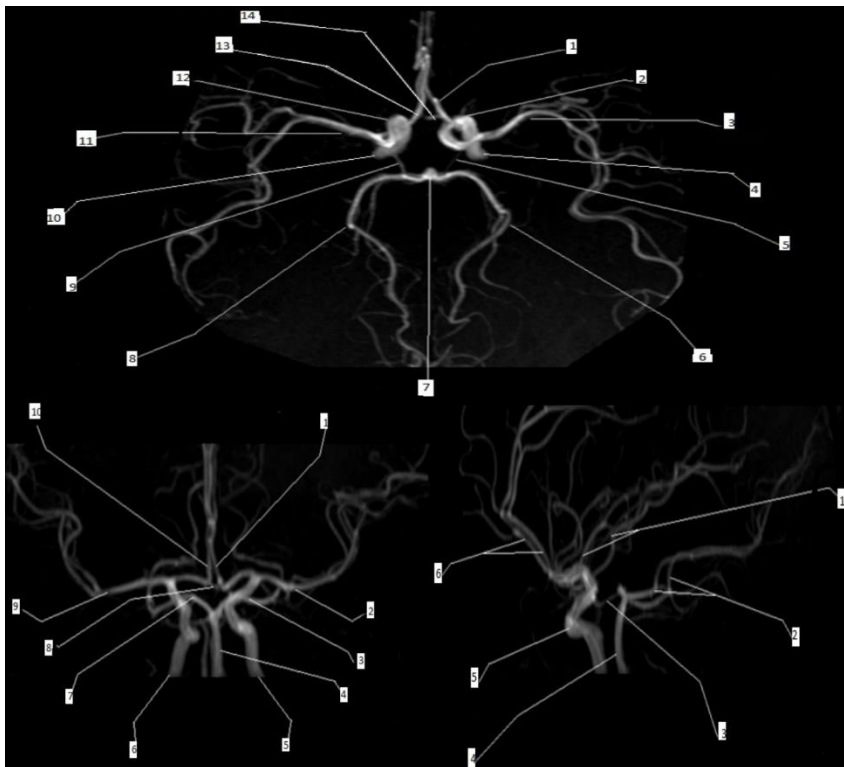
(Πάνω Αριστερή εικόνα) Α: 1.φαιά ουσία, 2.χοριοειδές πλέγμα, 3.πλάγια κοιλία, 4.ιππόκαμπος, 5.εγκάρσιος κόλπος, 6.παρεγκεφαλίδα, 7.σπονδυλική αρτηρία, 8.κροταφικός λοβός, 9.αμυγδαλή, 10.μέση εγκεφαλική αρτηρία, 11. κέλυφος φακοειδούς πυρήνα, 12.κερκοφόρος πυρήνας, 13.λευκή ουσία

(Πάνω Δεξιά εικόνα) Β: 1.φαιά ουσία, 2.πλάγια κοιλία, 3.χοριοειδές πλέγμα, 4.οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία, 5.εγκάρσιος κόλπος, 6.παρεγκεφαλίδα, 7.σπονδυλική αρτηρία, 8.μέση εγκεφαλική αρτηρία, 9.κερκοφόρος πυρήνας, 10.λευκή ουσία, 11.κέλυφος φακοειδούς πυρήνα

(Κάτω Αριστερή εικόνα) Γ: 1.φαιά ουσία, 2.πλάγια κοιλία, 3.εγκάρσιος κόλπος, 4.παρεγκεφαλίδα, 5.σπονδυλική αρτηρία, 6.υπόφυση, 7.κερκοφόρος πυρήνας, 8.φαιά ουσία, 9.θάλαμος

(Κάτω Δεξιά εικόνα) Δ : 1.θάλαμος, 2.φαιά ουσία, 3.σπληνίο του μεσολόβιου 4.εγκάρσιος κόλπος, 5.παρεγκεφαλίδα, 6.σπονδυλική αρτηρία, 7. γέφυρα του εγκεφάλου 8.αδένας υποφύσεως, 9.μίσχος της υποφύσεως, 10.οπτικό χίασμα, 11.γόνυ του μεσολόβιου, 12.κερκοφόρος πυρήνας, 13.πλάγια κοιλία, 14.σώμα του μεσολόβιου

2.5.4 Ακτινοανατομία εγκεφάλου σε εικόνες μαγνητικής τομογραφίας – αγγειογραφίας εγκεφάλου (αρτηριογραφία & φλεβογραφία)

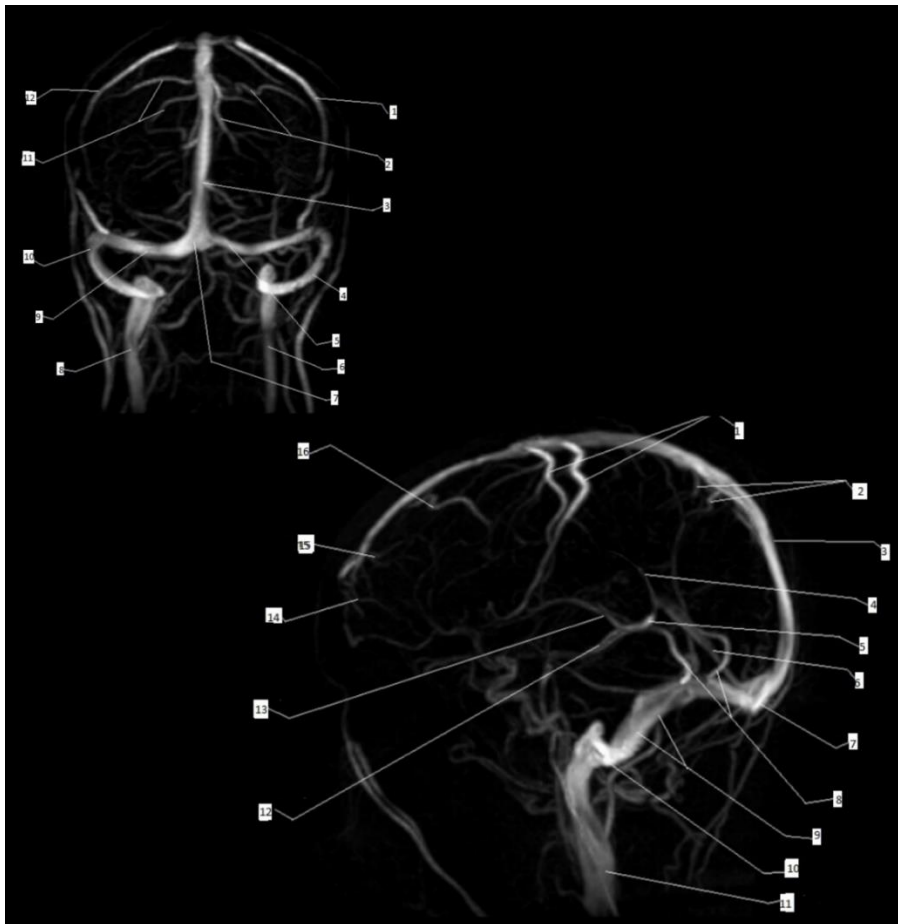


Εικόνα 2.11 :Εικόνες μαγνητικής αγγειογραφίας (αρτηριογραφίες) εγκεφάλου. [www.mrimaster.com]

(Πάνω εικόνα) Εγκάρσια τομή : 1. εγκάρσια αρτηρία 2. αριστερή έσω καρωτίδα αρτηρία 3.αριστερή μέση εγκεφαλική αρτηρία 4. έσω καρωτίδα αρτηρία 5. αριστερή επικοινωνούσα αρτηρία 6. αριστερή οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία 7.βασική αρτηρία 8.δεξιά οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία 9.δεξιά επικοινωνούσα αρτηρία 10.δεξιά έσω καρωτίδα αρτηρία 11. δεξιά μέση εγκεφαλική αρτηρία 12. δεξιά έσω καρωτίδα αρτηρία 13.δεξιά πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία 14.δεξιά πρόσθια επικοινωνούσα αρτηρία

(Κάτω Δεξιά εικόνα) Οβελιαία τομή: 1.αριστερή και δεξιά μέση εγκεφαλική αρτηρία 2. αριστερή και δεξιά οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία 3.οπίσθια επικοινωνούσα αρτηρία 4.βασική αρτηρία 5. αριστερή και δεξιά έσω καρωτίδα αριστερά 6.αριστερά και δεξιά πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία

(Κάτω Αριστερή εικόνα) Στεφανιαία τομή: 1.αριστερή πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία 2. αριστερή μέση εγκεφαλική αρτηρία 3.αριστερή οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία 4. βασική αρτηρία 5. αριστερή έσω καρωτίδα αρτηρία 6.δεξιά έσω καρωτίδα αρτηρία 7.δεξιά οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία 8.δεξιά πρόσθια επικοινωνούσα αρτηρία 9. δεξιά μέση εγκεφαλική αρτηρία 10.δεξιά πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία



Εικόνα 2.12 :Εικόνες μαγνητικής αγγειογραφίας (φλεβογραφίας) εγκεφάλου. [www.mrimaster.com]

(Πάνω εικόνα) Στεφανιαία τομή. 1.αριστερή αναστομοτική φλέβα, 2.αριστερές πλευρικές φλέβες, 3.ανώτερος οβελιαίος κόλπος, 4.αριστερός σιγμοειδής κόλπος, 5.αριστερός εγκάρσιος κόλπος, 6.αριστερή έσω σφαγιτίδα φλέβα, 7.ληνός του Ηροφίλου, 8.δεξιά έσω σφαγιτίδα φλέβα, 9.δεξής εγκάρσιος κόλπος, 10.δεξής σιγμοειδής κόλπος, 11.δεξιές πλευρικές φλέβες, 12.δεξιά αναστομοτική φλέβα

(Κάτω εικόνα) Οβελιαία τομή: 1.αναστομοωτοκικές φλέβες, 2.πλευρικές φλέβες, 3.ανώτερος οβελιαίος κόλπος, 4.κατώτερος οβελιαίος κόλπος, 5.φλέβα του Γαληνού, 6.ευθύς κόλπος, 7.ληγός του Ηροφίλου, 8.οπίσθια αναστομωτική φλέβα, 9.εγκάρσιος κόλπος, 10.συγμοειδής κόλπος, 11.βασική φλέβα, 12.έσω εγκεφαλική φλέβα, 13.πρόσθιος πόλος. 14.άνω μετωπιαία φλέβα, 15.κάτω μετωπιαία φλέβα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΤΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

3.1 Διαδικασία εξέτασης

Πριν γίνει έναρξη της εξέτασης, ο εξεταζόμενος καλείται να συμπληρώνει ένα ερωτηματολόγιο που αφορά στην ασφάλεια της εξέτασης και στο ιατρικό του ιστορικό. Η είσοδος του στην αίθουσα του μαγνητικού τομογράφου πρέπει να γίνεται μόνο μετά από διπλό έλεγχο με τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

 ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ – 6 ^η Υ.Π.Ε. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΛΙΝ. ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ Διευθύντρια: Καθηγήτρια Μαρία Ι. Αργυροπούλου		ΑΚΤ 01/Ε19 Όψη Αυτοκόλλητου Barcode
		Ημερομηνία:/...../201....
ΠΑΡΑΠΕΜΠΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ ΓΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ		
Α': Δημογραφικά Στοιχεία Ασθενούς		
Επώνυμο:	Όνομα:	Πατρώνυμο:
Αριθμ. Μητρώου:	Α.Μ.Κ.Α.:	Ταμείο Ασφαλ.:
Ημερ. Γέννησης:	Δ/ση Κατοικίας:	
Κλινική / Ε.Ι.	Τηλ. Επικοινων.:	
Β': Σωματομετρικά και λοιπά Στοιχεία Ασθενούς		
Βάρος:	Αρτηριακή Υπέρταση:	Παρατηρήσεις:
Ύψος:	Χειρουργικές Επεμβάσεις:	Παρατηρήσεις:
Κάπνιστής:	Εγκυμοσύνη:	Παρατηρήσεις:
Αλλεργίες:	Αν ΝΑΙ έχει κάνει προετοιμασία:	
Παρατηρήσεις:		
Για Παιδιά:	Χρήζει χορήγηση υδρικής χλωράλης: <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> Αν ΝΑΙ για την ώρα χορήγησης θα πρέπει γίνει τηλεφωνική συνεννόηση με την Γραμματεία του Μαγνητικού Τομογράφου τηλ 2651099370	
Γ': Αιτούμενη Εξέταση		
Δ': Κλινικές Πληροφορίες		
Ε': Λοιπά Στοιχεία		
	Σημειώστε εάν στο σώμα του ασθενούς βρίσκεται κάτι από τα παρακάτω υλικά:	Κλινική Κατάσταση Ασθενούς: Καλή <input type="checkbox"/> Μέτρια <input type="checkbox"/> Κακή <input type="checkbox"/> Κλειστοφοβία: <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> Αν ΝΑΙ συστήθηκε η λήψη φαρμάκου: Είδος Φαρ. Σκευάσµα: Καρδ.Λειτουργία: Κ.Φ. <input type="checkbox"/> Παθολ. <input type="checkbox"/> Αναπν. Λειτουργ.: Κ.Φ. <input type="checkbox"/> Παθολ. <input type="checkbox"/> Επίπ. Συνείδησης: Κ.Φ. <input type="checkbox"/> Παθολ. <input type="checkbox"/> Διασωληνωμένος: <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> Συνοδεύεται από Ιατρό: <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> Νεφρική Λειτουργία: Κ.Φ. <input type="checkbox"/> Παθολ. <input type="checkbox"/> Υπάρχουν προηγούμενες Απεικονιστικές Εξετάσεις: <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> Αν ΝΑΙ πότε:
	<ul style="list-style-type: none"> • Καρδιακός Βηματοδότης <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Καρδιακή Βαλβίδα <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Βαλβίδα Εγκεφ. Κοιλ. Παροχής <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Πρόσθετα οδοντιατρικά υλικά <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Ακουστικά Εμφυτεύματα <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Υλικά Οστεοσύνθεσης <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Μεταλλικά clips, ενδοαγγειακά stents, περιτοναϊκοί καθετήρες, stent χοληφόρων κτλ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Μεταλλικά Θραύσματα <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Ξένο σώμα στον οφθαλμικό κόγχο <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Συσκευή έγχυσης φαρμάκων <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Διαδερμικά Φαρμ. Σκευάσματα <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> • Σκουλαρίκια, τατουάζ ή Eyeliner με μεταλλικά ψήγματα <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> 	Όσα από τα παραπάνω υλικά υπάρχουν στο σώμα του ασθενούς είναι ΣΥΜΒΑΤΑ με το μαγνητικό πεδίο και ΔΕΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΗ για την πραγματοποίηση μαγνητικής τομογραφίας. Ο /Η Παρπέμπων/ουσα Ιατρός (σφραγίδα – υπογραφή)
Έκδοση 1 ^η Ημερ.: 1/4/2013 Μαγν. Τομογράφος Π.Γ.Ν.Ι. Γραμματεία - Αποτελέσματα: 2651099370 Ιατροί: 2651099368 Κονσόλα: 2651099371		

Εικόνα 3.1: Ερωτηματολόγιο ασφαλείας για πραγματοποίηση Μαγνητικής Τομογραφίας.

Τοποθέτηση εξεταζόμενου

Ο εξεταζόμενος ενημερώνεται για την διαδικασία της εξέτασης (διάρκεια εξέτασης, δυνατό θόρυβο, ακινησία, χρονική στιγμή χορήγησης της παραμαγνητικής ουσίας, χρήση του πούαρ έκτακτης ανάγκης) και στην συνέχεια τοποθετείται σε ύπτια θέση στην εξεταστική κλίνη, εκεί που είναι τοποθετημένη η βάση του πηνίου του εγκεφάλου. Είναι πολύ σημαντικό το κεφάλι του εξεταζόμενου να τοποθετηθεί σωστά στο πηνίο

(3 ισόκεντρα). Συχνά, τοποθετείται ένας μικρός καθρέπτης με ευρύ πεδίο οράσεως στην κορυφή του πηνίου, ώστε να επιτρέπει στον εξεταζόμενο να δει εκτός του μαγνήτη και να μειώνει το φαινόμενο της κλειστοφοβίας. Τοποθετούμε, προαιρετικά, ένα μαξιλάρι με κλίση κάτω από τα πόδια του εξεταζόμενου, ώστε να νιώθει άνετα άλγος χωρίς στην περιοχή της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, καθώς επίσης, αποφεύγονται η κίνηση του κορμού και κεφαλιού κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Δίνεται το πουάρ ειδοποίησης και τοποθετούνται τα ακουστικά ή οι ωτοασπίδες. Έπειτα, τοποθετείται το επάνω μέρος του πηνίου, κουμπώνοντάς το στην κατάλληλη υποδοχή. Η εξεταστική κλίση ρυθμίζεται από τον πίνακα ελέγχου με τα κατάλληλα πλήκτρα, ώστε να φτάσει στο μέγιστο ύψος και να μεταφέρει τον ασθενή εντός του μαγνήτη, αφού πρώτα έχει γίνει η κατάλληλη επικέντρωση με το λέιζερ στο ριζορίνιο. Ο τεχνολόγος εξέρχεται από την αίθουσα του μαγνήτη και η εξέταση ξεκινά. [1]

Χαρακτηριστικά πηνίου εγκεφάλου

Τα πηνία του εγκεφάλου αποτελούν διάταξη πολλαπλών μικρότερων στοιχείων (πηνίων), μέσα σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα που περιβάλλει την κεφαλή (π.χ. πηνία κεφαλής με 8,12 ή ακόμα και 32 κανάλια). Το κύριο πλεονέκτημα του πολυκάναλου πηνίου είναι ότι επιτρέπει την εφαρμογή τεχνικών παράλληλης απεικόνισης (PAT), οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επιταχύνουν την εξέταση, ενώ το βασικό μειονέκτημα αυτής της επιτάχυνσης είναι η μείωση του λόγου σήματος προς θόρυβο. Στόχος είναι να μειωθεί ο αριθμός των βημάτων κωδικοποίησης φάσης ενεργοποιώντας ένα βαθμιδωτό πεδίο για κάθε βήμα κωδικοποίησης φάσης. Παρακάμπτοντας, για παράδειγμα κάθε δεύτερη γραμμή κωδικοποίησης φάσης επιταχύνεται η ταχύτητα ανάκτησης δεδομένων στον παράγοντα ($x2$), ο οποίος ονομάζεται παράγοντας επιτάχυνσης ή παράγοντας PAT. [1]

3.1.1 Επίπεδα απεικόνισης

Η εξέταση μαγνητικής τομογραφίας του εγκεφάλου ξεκινά με μία ή περισσότερες σαρώσεις εντόπισης (γνωστές ως εικόνες scout ή survey), δηλαδή γρήγορες ακολουθίες και προκύπτουν τομές σε τρεις ορθογωνικές κατευθύνσεις (x,y,z). Με βάση τις εικόνες εντόπιση, ο τεχνολόγος μπορεί να ξεκινήσει το σχεδιασμό για τις ακολουθίες απεικόνισης σε «πραγματικό» οβελιαίο, στεφανιαίο και εγκάρσιο επίπεδο.

Στην στεφαναία εικόνα εντόπισης, τοποθετείται ένα γρήγορο μέσο οβελιαίο σχέδιο ανάκτησης. Έπειτα, σχεδιάζεται η πρώτη σειρά εγκάρσιας σάρωσης σε αυτή την εικόνα. Οι σύγχρονοι μαγνητικοί τομογράφοι παρέχουν λογισμικό που επιτρέπει στον χρήστη να σχεδιάζει τις τομές ταυτόχρονα και στα τρία επίπεδα εντόπισης. Αυτό επιτρέπει τον ταυτόχρονο σχεδιασμό τομών σε πολλαπλά λοξά επίπεδα και μας απαλλάσσει από την ανάγκη λήψης αρκετών διαδοχικών τομών εντόπισης.

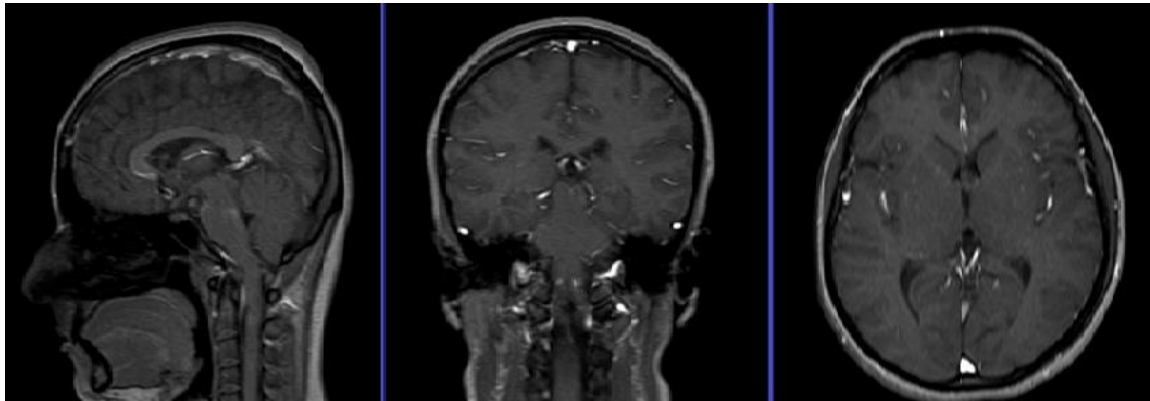
Η τοποθέτηση των οβελιαίων τομών είναι στο κέντρο μεταξύ δεξιάς και αριστερής συμμετρίας του εγκεφάλου. Οι οβελιαίες τομές σχεδιάζονται πάνω σε μία στεφαναία τομή εντόπισης εάν το κεφάλι δεν έχει περιστραφεί.

Το επίπεδο των εγκάρσιων τομών θα πρέπει να είναι παράλληλο στην αμφισυνδεσμική γραμμή η οποία ενώνει τον πρόσθιο με τον οπίσθιο σύνδεσμο. Μερικές φορές αυτή η γραμμή μπορεί να είναι δύσκολο να αναγνωρισθεί και σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν δύο εναλλακτικές λύσεις. Πρώτη λύση, είναι η τοποθέτηση του κέντρου της ομάδας των τομών στα κατώτερα όρια του γόνατος και του σπληνίου του μεσολόβιου, ενώ η δεύτερη είναι η χρήση ενός επιπέδου παράλληλου που ενώνει το έδαφος του τουρκικού εφιπίου με το αέτωμα (το υψηλότερο σημείο της οροφής της τέταρτης κοιλίας). Σημαντικό είναι η διαμόρφωση ενός πρότυπου απεικόνισης, ώστε οι εικόνες που λαμβάνονται στις επόμενες εξετάσεις να μπορούν να συγκριθούν με την αρχική εξέταση.

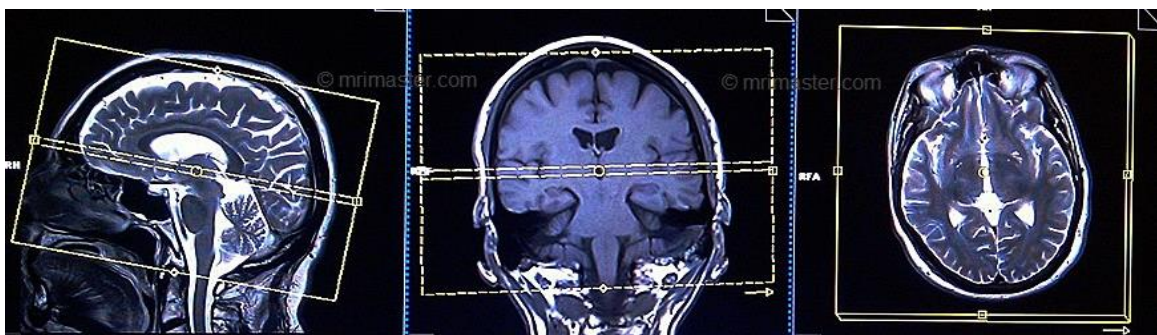
Για τις στεφαναίες εικόνες, προτιμάται ένα κεκλιμένο επίπεδο κάθετο στον μακρύ άξονα των κροταφικών λοβών. Αυτό μπορεί να ληφθεί σχεδιάζοντας τις στεφαναίες εικόνες πάνω σε ένα οβελιαίο επίπεδο παράλληλο με το οπίσθιο τμήμα του στελέχους. Για τις εξετάσεις της υπόφυσης, το στεφαναίο επίπεδο πρέπει να είναι κάθετο στο έδαφος του τουρκικού εφιπίου ή ελαφρά κεκλιμένο οπισθίως (παράλληλο στον μίσχο της υπόφυσης).

Η επιλογή των επιπέδων απεικόνισης, καθορίζεται βάσει των κλινικών ερωτημάτων που πρέπει να απαντηθούν. Για παράδειγμα, σε ασθενείς με πολλαπλή σκλήρυνση (Multiple Sclerosis) οι υποεπενδυματικές αλλοιώσεις της λευκής ουσίας ,οι οποίες είναι κάθετες στην επιφάνεια των κοιλιών (Dawson’s fingers), αναδεικνύονται ικανοποιητικά ιδιαίτερα στις οβελιαίες εικόνες. Οι αλλοιώσεις εντός του μεσολόβιου αναδεικνύονται ικανοποιητικά τόσο στις οβελιαίες όσο και στις στεφαναίες τομές ενώ μπορεί να είναι δύσκολο να εντοπιστούν στην εγκάρσια σάρωση. [1, 11]

Γραφικός σχεδιασμός



*Εικόνα 3.2: Τοπόγραμμα εγκεφάλου σε τρία επίπεδα, x, y, z Μαγνητικής Τομογραφίας
[www.mrimaster.com]*



*Εικόνα 3.3: Γραφικός σχεδιασμός εγκεφάλου για λήψη εικόνων σε εγκάρσιο επίπεδο
[www.mrimaster.com]*



*Εικόνα 3.4: Γραφικός σχεδιασμός για λήψη εικόνων σε οβελιαίο επίπεδο
[www.mrimaster.com]*



Εικόνα 3.5: Γραφικός σχεδιασμός για λήψη εικόνων σε στεφανιαίο επίπεδο
[www.mrimaster.com]

3.1.2 Πρωτόκολλο MRI ρουτίνας εγκεφάλου

Το πρωτόκολλο απεικόνισης του εγκεφάλου πρέπει να ανταποκρίνεται σε διάφορα κριτήρια, δηλαδή να είναι ολοκληρωμένο, να παρέχει όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται, να απαντά σε κλινικά ερωτήματα, να είναι όσο το δυνατόν συντομότερο για να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος παραμονής του εξεταζόμενου εντός του μαγνήτη ώστε να βελτιστοποιηθεί η απόδοση.

Οι εξετάσεις μαγνητικής τομογραφίας πρέπει να περιλαμβάνουν δύο τουλάχιστον προσανατολισμούς (T1/T2) και τουλάχιστον δύο επίπεδα απεικόνισης (εγκάρσιο και στεφανιαίο ή οβελιαίο). Δεν υπάρχει ιδανικό πρωτόκολλο απεικόνισης ούτε ένα μοναδικό πρωτόκολλο που να αρμόζει σε όλες τις ενδείξεις, καθώς οι ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν αλλά και οι διαθέσιμες κλινικές πληροφορίες κάθε φορά είναι διαφορετικές. Τα πρωτόκολλα απεικόνισης πρέπει να προσαρμόζονται στον διαθέσιμο εξοπλισμό (μαγνήτη, πηνία, ακολουθίες, λογισμικό κ.λπ.), καθώς και στις ατομικές προτιμήσεις.

Βασικό στοιχείο στα περισσότερα πρωτόκολλα απεικόνισης αποτελεί μία ακολουθία με μεγάλο χρόνο TR. Μια τέτοια ακολουθία, μπορεί να ληφθεί με SE ή με TSE τεχνική παρέχοντας PD ή T2W εικόνες. Χρησιμοποιείται για να ανιχνευθούν ενδοπαρεγχυματικές εστίες παθολογικού σήματος. Σχεδόν οι περισσότερες παθολογικές διεργασίες του εγκεφάλου έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε νερό (νέκρωση ή κύστη, αγγειογενές ή κυτταροτοξικό οίδημα) και ανιχνεύονται εύκολα στην T2 προσανατολισμού εικόνα.

Οι μικρές αλλοιώσεις υψηλού σήματος πλησίον των κοιλιών ή των υπαραχνοειδών χώρων, μπορεί να διαφύγουν σε εικόνα T2 προσανατολισμού λόγω της δύσκολης διάκρισής τους από το εγκεφαλονωτιαίο υγρό το οποίο είναι επίσης υψηλής έντασης. Αυτές οι αλλοιώσεις εκτιμώνται καλύτερα στην ακολουθία PDW, στις οποίες παρουσιάζουν αυξημένη ένταση σήματος σε αντίθεση με την ένταση του ENY που μειώνεται. Εναλλακτικά, μπορεί να γίνει χρήση T2W ακολουθίας με σκοτεινό ENY, όπως είναι η FLAIR, στην οποία η ένταση σήματος του ENY καταστέλλεται με τη χρήση μεγάλου χρόνου αναστροφής TI (περί τα 2.000 ms). Η FLAIR βελτιώνει την διάκριση μικρών αλλοιώσεων στην λευκή ουσία και παρέχει εξαιρετική αντίθεση στις διεπιφάνειες εγκεφάλου - ENY. Στα σύγχρονα πρωτόκολλα απεικόνισης χρησιμοποιούνται η FLAIR και η TSE T2W ακολουθίες αντί των dual-echo PDW και T2W ακολουθιών.

Μία ακολουθία με μικρό χρόνο TR και μικρό χρόνο ηχούς TE, δηλαδή T1 προσανατολισμού χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αδρής ανατομίας και δομής του εγκεφάλου. Επίσης, είναι συχνά καλύτερη στην ανατομική διάκριση μιας υποκείμενης αλλοίωσης, καθώς στην T2 προσανατολισμού ακολουθία μπορεί να την επισκιάσει.

Μετά την ενδοφλέβια χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας πρέπει να λαμβάνεται ακολουθία T1 προσανατολισμού σε δύο ορθογωνιακά επίπεδα, εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιείται μία τρισδιάστατη ογκομετρική ακολουθία η οποία επιτρέπει την ανασύνθεση σε πολλαπλά επίπεδα. Ιδανικά, πρέπει να έχουν το ίδιο πάχος τομής, με και χωρίς γαδολίνιο, σε τουλάχιστον ένα επίπεδο απεικόνισης, ώστε να είναι συγκρίσιμες. Χρησιμοποιώντας τεχνικές φασματικής καταστολής του λίπους ή τεχνικές μεταφοράς μαγνήτισης για καταστολή του υποστρώματος (π.χ. στην πολλαπλή σκλήρυνση) μπορεί να αναδειχτεί η επίδραση των ΜΣΑ. Αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούνται συχνά στις εξετάσεις εγκεφάλου εκτός και αν απαιτούνται λεπτές τομές (π.χ. για την υπόφυση ή τον έσω ακουστικό πόρο). [1,4,11]

3.1.3 Χωρική διακριτική ικανότητα

Η χωρική διακριτική ικανότητα στην μαγνητική τομογραφία, καθορίζεται από το πάχος τομής, το μέγεθος του πεδίου απεικόνισης (FOV) και της μήτρας (matrix). Το πάχος τομής, για μία εξέταση ρουτίνας εγκεφάλου, είναι συνήθως 3 έως 5 χιλιοστά με μία απόσταση μεταξύ των τομών μικρότερη ή ίση του χιλιοστού. Η πλήρης κάλυψη του

εγκεφάλου ενός ενήλικα σε εγκάρσιο ή οβελιαίο επίπεδο συνήθως απαιτεί 25-35 τομές. Όταν η απεικόνιση γίνεται στα 3T χρησιμοποιούνται τομές με πάχος 3 χιλιοστών, ενώ σε απεικόνιση με ένταση 1,5T τομές πάχους 5 χιλιοστών για την απόκτηση επαρκούς SNR (λόγος σήματος προς θόρυβο). Σε ειδικές ανατομικές περιοχές (υπόφυση, έσω ακουστικός πόρος, γεφυροπαρεγκεφαλιδική γωνία) πρέπει να χρησιμοποιούνται λεπτές τομές μεταξύ 0,5 -3 χιλιοστά.

Από το μέγεθος του πεδίου απεικόνισης (FOV) και της μήτρας (matrix) καθορίζεται η ανάλυση. Για την μαγνητική τομογραφία εγκεφάλου συνήθως, χρησιμοποιείται πεδίο απεικόνισης 230 χιλιοστών, το οποίο ανάλογα με το μέγεθος της κεφαλής κυμαίνεται μεταξύ 220-250 χιλιοστά. Η μήτρα που χρησιμοποιείται είναι 512 ή 256 ανάλογα με την ακολουθία και τον εξοπλισμό. Η μήτρα 512 προσφέρει καλύτερη ανατομική λεπτομέρεια και είναι προτιμότερη, ενώ όταν απαιτείται υψηλή χωρική διακριτική ανάλυση χρησιμοποιείται μήτρα 1024. Γενικά, εικόνες με υψηλή χωρική ανάλυση μπορούν να ληφθούν αυξάνοντας το μέγεθος της μήτρας με σταθερό πεδίο απεικόνισης ή μειώνοντας το πεδίο απεικόνισης με σταθερή μήτρα. Η αύξηση της χωρικής διακριτικής ανάλυσης μειώνει το SNR, λόγω του μικρότερου μεγέθους του pixel (FOV/matrix).

Στο εγκάρσιο και στεφανιαίο επίπεδο χρησιμοποιείται ορθογώνιο πεδίο απεικόνισης. Στις εγκάρσιες εικόνες, επιλέγεται η κωδικοποίηση με κατεύθυνση αριστερά προς τα δεξιά, για να αποφευχθεί η επιπροβολή τεχνικών σφαλμάτων φάσης από την κίνηση του οφθαλμού στις κροταφικές και βρεγματικές περιοχές, ενώ στην εγκάρσια ακολουθία διάχυσης η κωδικοποίηση φάσης τοποθετείται με κατεύθυνση από εμπρός προς τα πίσω. Χρησιμοποιούμε phase oversampling, κυρίως στο σχεδιασμό των οβελιαίων τομών, ώστε να αποφευχθεί η «αναδίπλωση» στην εικόνα, με χαρακτηριστικό φαινόμενο να «κοπεί» η μύτη και να εμφανιστεί πίσω από τον εγκέφαλο. [1,4]

3.1.5 Πηλίκo σήματος προς θόρυβο (SNR)

Το SNR εξαρτάται από το μέγεθος του pixel, το πάχος τομής και τον αριθμό των δειγματοληψιών και είναι αντιστρόφως ανάλογο του εύρους συχνοτήτων λήψεως (receiver bandwidth). Μπορεί να βελτιωθεί αυξάνοντας τον αριθμό των δειγματοληψιών, ενώ ο χρόνος εξέτασης αυξάνει γραμμικά σε σχέση με τον αριθμό των δειγματοληψιών και η πιθανότητα κίνησης του εξεταζόμενου αυξάνει όσο

μεγαλώνει ο χρόνος εξέτασης. Η αύξηση των δειγματοληψιών πέραν του 4 είναι σχετικά αναποτελεσματική στην βελτίωση του πηλίκου σήματος προς θόρυβο.

Για μία συγκεκριμένη εξέταση, το SNR μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας ακολουθίες με μικρό εύρος συχνοτήτων. Αυτό γίνεται πιο συχνά στα συστήματα με χαμηλή ένταση μαγνητικού πεδίου, εκεί που τα τεχνικά σφάλματα χημικής μετατόπισης δεν αποτελούν ιδιαίτερο πρόβλημα. Στα συστήματα υψηλής έντασης οι ακολουθίες με μεικτό εύρος συχνοτήτων είναι χρήσιμες συνδυαζόμενες με ακολουθίες πολλαπλής ηχούς. Το εύρος συχνοτήτων της δεύτερης ηχούς μιας ακολουθίας με μακρό TR ,δηλαδή T2 προσανατολισμού είναι μικρότερο από αυτό της πρώτης ηχούς PDW και έχει σαν αποτέλεσμα την βελτίωση του SNR στις εικόνες με μεγάλο TE που είναι περισσότερο αναγκαίο.

Στην απεικόνιση του εγκεφάλου με μαγνητική τομογραφία γίνεται συμβιβασμός μεταξύ χωρικής ανάλυσης (πάχος τομής ,μέγεθος πεδίου ,μέγεθος μήτρας) και SNR γιατί όσο μεγαλύτερα τα voxel τόσο καλύτερο πηλίκο σήματος προς θόρυβο. Στόχος είναι ένα μέγεθος voxel που παρέχει επαρκές SNR για την επίτευξη ικανοποιητικής διακριτικής ικανότητας αντίθεσης και να είναι όσο μικρό χρειάζεται για να επιτευχθεί η απαραίτητη χωρική διακριτική ικανότητα.

Με τις συστοιχίες των πηνίων, το SNR κατανέμεται ανομοιογενώς στον περιοχή που εξετάζεται και απαιτείται μία διαδικασία εξομοίωσης για να αντισταθμιστεί η διαφορά SNR μεταξύ των κεντρικών και των περιφερικών τμημάτων του εγκεφάλου. Όταν οι συστοιχίες πηνίων χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με παράλληλη απεικόνιση (PAT), η ταχύτητα απεικόνισης αυξάνει, αλλά το πηλίκο σήματος προς θόρυβο μειώνεται ανάλογα με την τετραγωνική ρίζα του παράγοντα επιτάχυνσης. Τέλος , η διαδικασία ανασύνθεσης της εικόνας για ένα πηνίο κεφαλής τύπου συστοιχίας με PAT μπορεί να μειώσει περαιτέρω το SNR.

Η μαγνητική τομογραφία εγκεφάλου στα 3T είναι ανώτερη στην αντίχενυση και τον χαρακτηρισμό των δομικών εγκεφαλικών αλλοιώσεων συγκρινόμενες με αυτή των 1,5T, είναι καλύτερης ποιότητας, μπορούν να πραγματοποιηθούν με λεπτότερες τομές και τελικά να προσφέρουν ανώτερο SNR. [1,4]

3.2 Βασικές ακολουθίες απεικόνισης του εγκεφάλου με μαγνητική τομογραφία

T1 (με/χωρίς γαδολίνιο Gd)

Η T1 είναι μια ακολουθία που καθορίζεται από τον χρόνο TR σε μια spin echo ακολουθία ή από την γωνία πρόσπτωσης θ σε μια gradient echo ακολουθία. Λόγω της αντιστρόφως ανάλογη σχέση τους, δηλαδή όταν υπάρχει μικρό TR ή θ, η διαμήκης μαγνήτιση δεν προλαβαίνει να αποκατασταθεί πλήρως, με αποτέλεσμα οι T1 διαφορές των ιστών που εξετάζουμε να εμφανίζονται και η εικόνα που προκύπτει να είναι βάρους-προσανατολισμού T1 (T1W). Για παράδειγμα, το ENY χρειάζεται μικρότερο χρόνο χαλάρωσης T1 και απεικονίζεται με χαμηλό σήμα σε μια εικόνα (σκοτεινό pixel). Αντίθετα, το λίπος χρειάζεται μεγαλύτερο χρόνο χαλάρωσης T1 και απεικονίζεται με υψηλό σήμα σε μια εικόνα (φωτεινό pixel).

Η T1 αποτελεί μία από τις βασικές ακολουθίες σε ένα πρωτόκολλο εγκεφάλου, με χρήση αυτής σε εγκάρσιο, οβελιαίο και στεφανιαίο επίπεδο με ή χωρίς έγχυση σκιαγραφικής ουσίας. [1,4,5,11]

PD/T2

Η ακολουθία αυτή είναι Multi-Echo spin echo (SE) και χρησιμοποιείται για την ταυτόχρονη λήψη T2 εικόνων (με μεγάλο TR και TE) και PD εικόνων (με μεγάλο TR και μικρό TE) μέσα στο ίδιο TR. Στην ακολουθία SE, προστίθεται ένας δεύτερος παλμός 180° για να παραχθεί μία δεύτερη ηχώ (dual echo SE). Η πρώτη ηχώ λαμβάνεται με μικρό TE και δίνει εικόνα PD προσανατολισμού (δεν απαιτείται επιπλέον χρόνος) και η δεύτερη ηχώ δίνει εικόνα βάρους T2. Ο μόνος περιορισμός είναι η απόσβεση T2 που οδηγεί συνεχώς σε μικρότερο σήμα.

Η ακολουθία πυκνότητας πρωτονίων (PD) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εναλλακτική της Flair και είναι περισσότερο ευαίσθητη στην ανίχνευση αλλοιώσεων στον οπίσθιο κρανιακό βόθρο. Η T2 αποτελεί βασική ακολουθία για την ανίχνευση παθολογίας και αλλοιώσεων με μεγάλο χρόνο T2. [1, 4, 5,11]

FLAIR (fluid attenuated inversion recovery) (3D) (με/χωρίς γαδολίνιο Gd)

Η ακολουθία Flair ανήκει στις ακολουθίες spin-echo Inversion recovery (IR) και χρησιμοποιεί ένα κατάλληλο και μεγάλο TI (1700 και 2200 ms) για να μηδενιστεί η ένταση του σήματος του ENY όταν εφαρμοστεί ο παλμός 90° και μεγάλο TE (>60 ms) για να παραχθεί εικόνα μεγάλου βάρους T2. Ο χρόνος TR είναι μεγάλος (>6000

ms), ώστε η διαμήκης μαγνήτιση να έχει αποκατασταθεί πλήρως πριν από τον επόμενο παλμό αναστροφής.

Η ακολουθία αυτή είναι απαραίτητη για την ανίχνευση αλλοιώσεων, ειδικά στην λευκή ουσία, χρησιμοποιείται κυρίως, σε εγκάρσιο ή στεφανιαίο επίπεδο, ενώ σε οβελιαίο επίπεδο ενδείκνυται σε απομυελινωτική νόσο. Είναι λιγότερο ευαίσθητη στον οπίσθιο κρανιακό βόθρο και συχνά συνδυάζεται με καταστολή του λίπους για να αποφευχθεί η «λάμψη» του «φωτεινού» υποδόριου λίπους.

Με τον όρο 3D, εννοούμε την τεχνική πρόσκτησης δεδομένων κατά την οποία τα δεδομένα ανασχηματίζονται σε ξεχωριστές τομές, καθώς λαμβάνονται από μία «παχιά» φέτα ιστού 30-150mm. Σε μια τρισδιάστατη απεικόνιση, λαμβάνεται μια παχιά φέτα κατά την οποία, με την τεχνική κωδικοποίηση φάσης κατά την διεύθυνση επιλογής της τομής και προκύπτει από έναν αριθμό λεπτών τομών Nz. Το παραγόμενο από αυτήν την τεχνική σήμα, βασίζεται στον συνολικό όγκο του διεγερμένου ιστού και ο λόγος SNR αυξάνει συγκριτικά με μια δισδιάστατη τεχνική.

Μετά την χορήγηση μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης παρουσιάζει βελτιωμένη αντίθεση (σήμα), η οποία οφείλεται στην συνέργεια μείωσης του χρόνου T1 από το μέσο σκιαγραφικής αντίθεσης και διατήρησης του χρόνου T2. Ενδείκνυται για την ανίχνευση λεπτομηνιγγικής νόσου. Τυχόν χημικές ουσίες που εγχύονται στο αίμα, μεταβάλλουν το σήμα αυξάνοντας την αντίθεση κάποιων ιστών. [1,4,5,11]

Τεχνικές MR Perfusion

Με τον όρο Perfusion, δηλαδή αιμάτωση ενός ιστού

Οι ιστοί για να επιβιώσουν, εντός του οργανισμού, πρέπει να τροφοδοτηθούν με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, το οξυγόνο και να απομακρυνθούν από αυτούς τα προϊόντα του κυτταρικού μεταβολισμού που είναι βλαπτικά, με την διαδικασία της αιμάτωσης.

Ο όρος αιμάτωση (Perfusion) ενός ιστού, αναφέρεται στην διέλευσης του αίματος από την αρτηριακή στην φλεβική κυκλοφορία μέσω της μικροκυκλοφορίας. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται μελέτη της αιματικής διήθησης με σύγχρονες απεικονιστικές τεχνικές όπως MRI, CT και τεχνικές Πυρηνικής τεχνικής, όπως PET.

Τεχνικές MR Perfusion με έγχυση μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης

Αρχικά χορηγείται το παραμαγνητικό μέσο σκιαγραφικής αντίθεσης σε ποσότητα ανάλογη με τα κιλά του εξεταζόμενου και της συγκέντρωσης του σκευάσματος, δηλαδή μέχρι 0,2 mmol/kg. Έπειτα, πραγματοποιούνται T2 EPI ακολουθίες για λήψη πολλών δυναμικών και πολλαπλών μετρήσεων, καθώς το σκιαγραφικό διέρχεται από τα αγγεία.

Πίνακας 3.1: Η απώλεια του σήματος λόγω, της ταχείας απόσβεσης ελεύθερης επαγωγής ονομάζεται απόσβεση T2*. Αυτό το είδος αντίθεσης μεταξύ ιστών δίνει έμφαση στις διαφορές των χρόνων T2* οι οποίες επηρεάζονται πολύ από την ανομοιογένεια του εξωτερικού στατικού μαγνητικού πεδίου.

	Απλή χορήγηση ΜΣΑ	T2 Perfusion
Ακολουθία	T1W	T2* EPI W
Μεταβολή Σήματος	↑ Σήματος	↓ Σήματος
Μηχανισμός	↓ T1 χρόνου	↓ T2 και T2* χρόνου. Susceptibility Artefact
Απεικόνιση	Εξαγγείωση του Gd σε περιπτώσεις διαταραχής του αιματοεγκεφαλικού φραγμού.	Το Gd εισερχόμενο στην μικροκυκλοφορία δίνει πληροφορίες για την αγγειοβρίθεια και την αιμάτωση των ιστών.

Τα πρωτογενή δεδομένα χρησιμοποιούνται για την δημιουργία έγχρωμων χαρτών που αναφέρονται στα :

- RCBV: Σχετικός Εγκεφαλικός όγκος αίματος.
- CBF: Εγκεφαλική αιματική ροή
- TTP: Χρόνος μέχρι το μέγιστο
- MTT: Μέσος χρόνος διέλευσης

[1,4,5,12]

DWI (Σταθμισμένη Διάχυση - Diffusion Weighted Imaging)

DTI (Τανυστής Διάχυσης) / Φαινομενικός Συντελεστής Διάχυσης (Apparent Diffusion Co-efficient - **ADC**) και Κλασματική Ανισοροπία (Fractional Anisotropy - **FA**)

Γενικά, με την ακολουθία DWI, γίνεται μελέτη της τυχαίας μικροσκοπικής κίνησης των μορίων του νερού, η οποία πρέπει να διακρίνεται από την μακροσκοπική κατευθυντήρια κίνηση της ροής του ENY ή του αίματος. Η ακολουθία αυτή πραγματοποιείται χωρίς χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας και βασίζεται σε αλληλουχίες διάφορων τιμών του παράγοντα b (προσδιορίζει την διαλυτότητα και καθορίζει την ένταση και διάρκεια των πηνίων βαθμίδας διάχυσης), με σκοπό την ποσοτική μέτρηση των μοριακών κινήσεων του νερού.

Για να συλλεχθούν τα δεδομένα, χρήσιμη είναι η ακολουθία

Η συλλογή δεδομένων των εικόνων διάχυσης γίνεται συνήθως με single shot EPI, για εξοικονόμηση του χρόνου συλλογής των δεδομένων. Ωστόσο η EPI, επειδή εμφανίζει τεχνικά σφάλματα και γεωμετρική παραμόρφωση στα βήματα κωδικοποίηση φάσης, θα πρέπει να μειωθεί ο αριθμός των βημάτων αυτών, με την χρήση παράλληλης απεικόνισης με χρήση καταστολή λίπους SPIR, SPAIR, STIR.

Με τον Τανυστή Διάχυση, γίνεται η απεικόνιση και μελέτη της αρχιτεκτονικής των δεσμίδων της λευκής ουσίας σε δυο και τρεις διαστάσεις, για ασθενείς με παθήσεις όπως, Πολλαπλή σκλήρυνση, άνοια, σχιζοφρένεια κτλ. Ουσιαστικά, το DTI αποτελεί μια μη επεμβατική, λειτουργική και ανατομική χαρτογράφηση του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Η τυχαία κίνηση των μορίων του νερού, εντός του Κεντρικού νευρικού συστήματος, δεν είναι τόσο τυχαία, διότι περικλείονται από κυτταρικές μεμβράνες και οργανίδια και έτσι γίνεται λόγος για τον Φαινομενικό Συντελεστή Διάχυσης (ADC). Σε περιπτώσεις λύσεις των κυτταρικών μεμβρανών, δηλαδή παθολογικές διεργασίες οδηγούν στην αύξηση των τιμών του ADC.

Ο χάρτης ADC αποτελεί μια παραμετρική εικόνα βασισμένη σε τιμές κλίμακος του γκρι, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις τιμές των voxel των ιστών για διάφορες τιμές της παραμέτρου b .

Η DWI χρησιμοποιείται επιπλέον, ως μια μη επεμβατική διερεύνηση της αγγειοβρίθειας ενός ιστού, με υψηλή ευαισθησία στην μελέτη και ανίχνευση τυχών αλλαγών στο τοπικό περιβάλλον των ιστών, λόγω κάποιας παθολογίας. Είναι απαραίτητη σε όλους τους ασθενείς που προσέρχονται με υπόνοια αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου ή αγγειακής εγκεφαλικής νόσο και ενδείκνυται στην αξιολόγηση των κυστικών αλλοιώσεων (όπως στην διαφορική διάγνωση αποστήματος

από νεκρωτικό όγκο ή επιδερμοειδούς από αραχνοειδή κύστη). Επιπλέον, είναι χρήσιμη στο τραύμα για την ανίχνευση διάχυτης ταξινόμησης και των αιμορραγικών αλλοιώσεων. Λόγω του μικρού χρόνου λήψης που απαιτεί, ενδείκνυται και στους εγκεφαλικούς όγκους για την εκτίμηση της κυτταροβρίθειας και την ανίχνευση διάφορων παθολογικών ευρημάτων έγκαιρα.

Η Κλασματική Ανισοτροπία (FA) μετράται από τον Τανυστή Διάχυσης και αντανakλάται σε τί βαθμό αποκλίνει ο τανυστής διάχυσης από την ισοροπία της κατεύθυνσης της διάχυσης των μορίων του νερού κατά μήκος των ινών της λευκής ουσίας.

Η Ανισοτροπία παίρνει τιμές από 0 ως 1. Το 0 να δείχνει πλήρως ισοτροπική διάχυση και το 1 διάχυση μόνο προς μία κατεύθυνση ενώ ο ADC εκφράζεται σε mm^2/s ή cm^2/s . Ο ADC αυξάνει και η FA μειώνεται όταν τα πρωτόνια γίνονται λιγότερο περιορισμένα στην τυχαία τους κίνηση, από πιθανή μειωμένη παρουσία μεμβρανών και κυτταρικών σχηματισμών. [1,4,5,11,15,17]

ΜΕΣΟΛΟΒΙΟ

Η επικοινωνία μεταξύ των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων πραγματοποιείται με συνδέσμους του εγκεφάλου, εκ των οποίων ο μεγαλύτερος είναι το μεσολόβιο.

Το μεσολόβιο έχει μήκος περίπου 10 cm και έχει σχήμα C (όπως παρατηρείται στην μέση οβελιαία τομή του εγκεφάλου) σαν κυρτό τόξο προς τα επάνω με πιο παχύ προς τα πίσω. Το μεσολόβιο αποτελείται από πληθώρα νευρικών ινών, οι οποίες συμβάλουν τα αντίστοιχα εγκεφαλικά κέντρα των επιμέρους εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Αν το μεσολόβιο μπορεί θεωρηθεί ως μια δομή, μπορεί να χωριστεί σε επιμέρους τμήματα όπως: το γένος που συνδέει τις έσω και πλάγιες επιφάνειες των μετωπιαίων λοβών, το ρύγχος που συνδέει τις επιφάνειες των μετωπιαίων λοβών, το σώμα του μεσολόβιου που εκτείνεται κατά μήκος της πλάγιας επιφάνειας των ινιακών και κροταφικών κεράτων της πλάγιας κοιλίας και το σπληνίο που συνδέει τους ινιακούς λοβούς. [6,7,19,20]

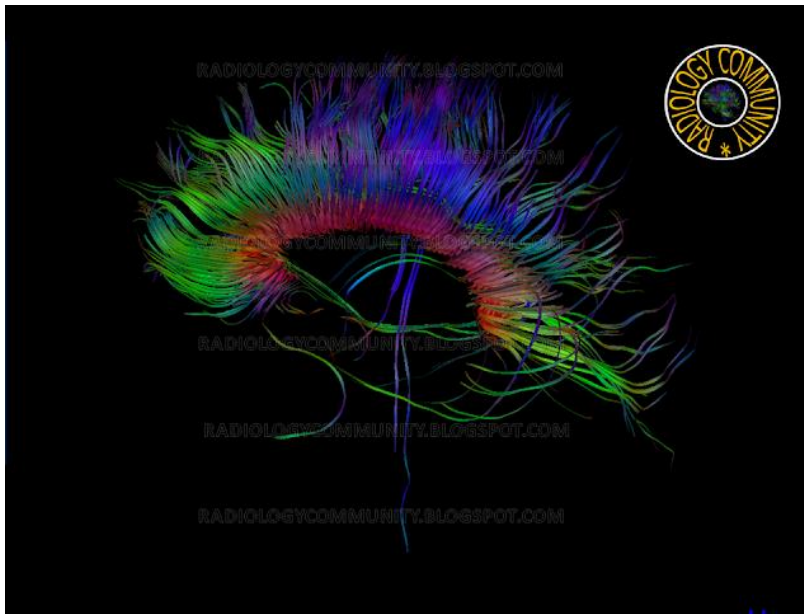
Οι εικόνες μαγνητικής τομογραφίας που ακολουθούν, απεικονίζουν μια δεσμιδογραφία φυσιολογικού μεσολοβίου ενηλίκου εξεταζόμενου τους τρεις βασικούς ανατομικούς άξονες.

Χρωματικό υπόμνημα:

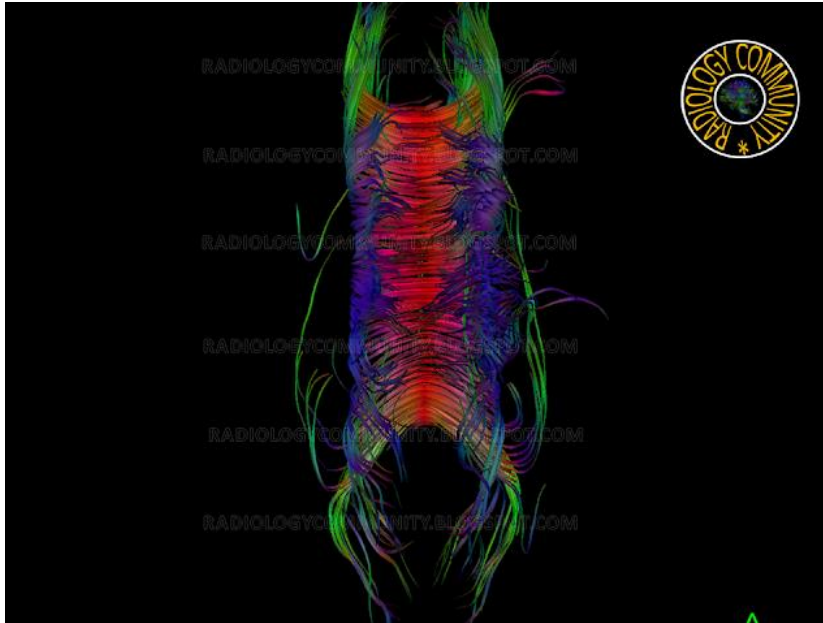
Πράσινο χρώμα: Νευρικά δεμάτια με κατεύθυνση μπρος- πίσω

Κόκκινο χρώμα: Νευρικά δεμάτια με κατεύθυνση δεξιά- αριστερά

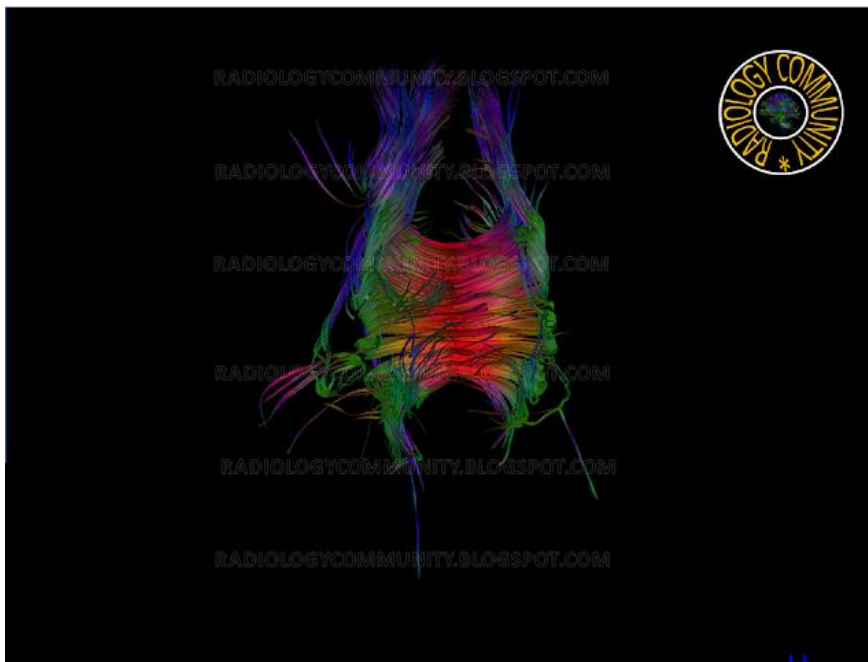
Μπλε χρώμα: Νευρικά δεμάτια με κατεύθυνση πάνω- κάτω



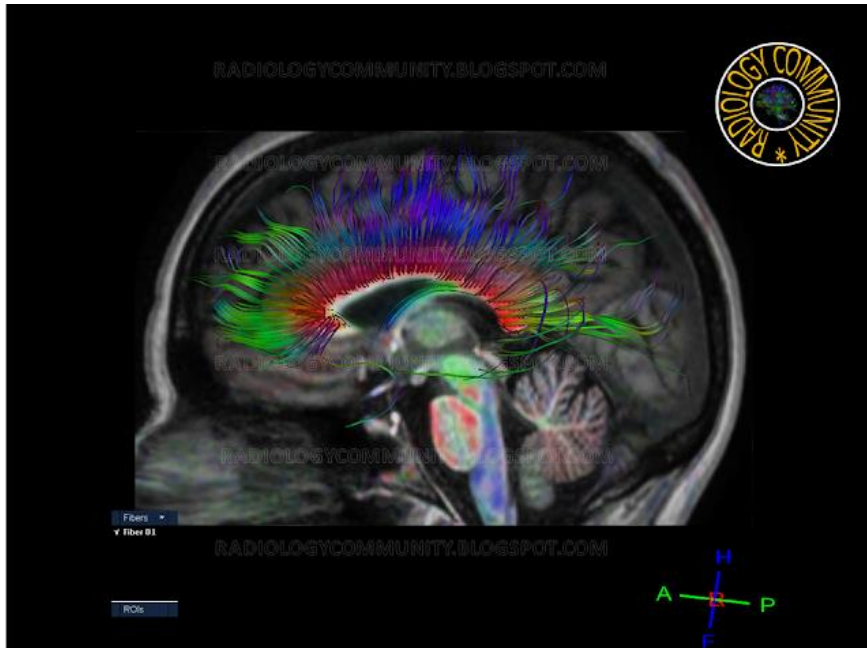
Εικόνα 3.6 : Δεσμιογραφία (Fiber Tracking) φυσιολογικού μεσολοβίου ενηλίκου σε οβελιαία τομή σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0T. [www.radiologycommunity.com / ΠΓΝΙ]



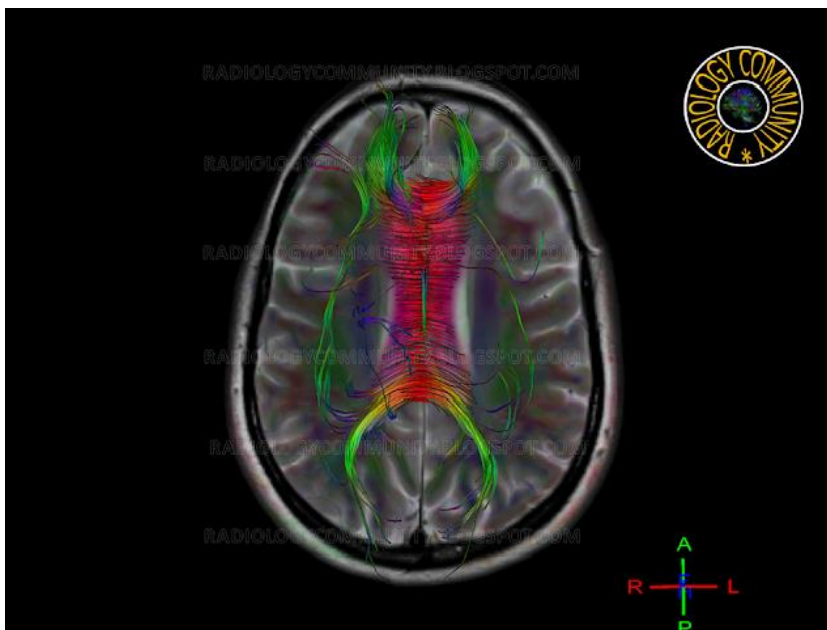
Εικόνα 3.7 : Δεσμιδογραφία (Fiber Tracking) φυσιολογικού μεσολοβίου ενηλίκου σε εγκάρσια τομή σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0T. [www.radiologycommunity.com / ΠΓΝΙ]



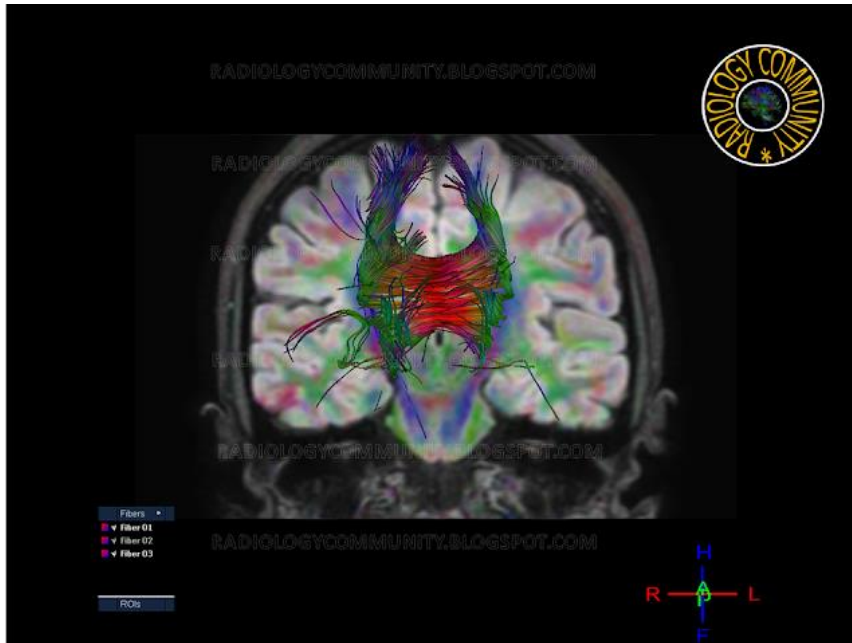
Εικόνα 3.8 : Δεσμιδογραφία (Fiber Tracking) φυσιολογικού μεσολοβίου ενηλίκου σε στεφανιαία τομή σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0T. [www.radiologycommunity.com / ΠΓΝΙ]



Εικόνα 3.9 : Δεσμιδογραφία (Fiber Tracking) φυσιολογικού μεσολοβίου ενηλίκου με προβολή σε οβελιαία τομή εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0T. [www.radiologycommunity.com / ΠΓΝΙ]



Εικόνα 3.10 : Δεσμιδογραφία (Fiber Tracking) φυσιολογικού μεσολοβίου ενηλίκου με προβολή σε εγκάρσια τομή εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0T. [www.radiologycommunity.com / ΠΓΝΙ]



Εικονα 3.11 : Δεσμιδογραφία (Fiber Tracking) φυσιολογικού μεσολοβίου ενηλίκου με προβολή σε στεφανιαία τομή εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0T. [www.radiologycommunity.com / ΠΓΝΙ]

SWI (susceptibility weighted imaging) ή T2 FFE

Είναι ακολουθία μαγνητικής επιδεκτικότητας, δηλαδή δίνει βάσει στις διαφορές μαγνητικής επιδεκτικότητας που έχουν οι διάφοροι ιστοί. Βασίζεται στην αρχή ότι δύο γειτονικές δομές με διαφορετική μαγνητική επιδεκτικότητα προκαλούν τοπικές αλλαγές που με την σειρά τους προκαλούν αλλαγές στην τοπική φάση, όπως τα παραμαγνητικά υλικά όπως η αιμοσιδηρίνη, η φερρίνη και η δεοξυαιμοσφαιρίνη αυξάνουν τοπικά το μαγνητικό πεδίο και προκαλούν παρέγχυμα ενώ διαμαγνητικά υλικά σαν το ασβέστιο προκαλούν αρνητικές αλλαγές φάσης. Η SWI πραγματοποιείται πριν την χορήγηση σκιαγραφικού μέσου. Συνδυάζει πληροφορίες μαγνήτισης και φάσης, είναι χρήσιμη για την ανίχνευση ενδοκράνιων αποτιτανώσεων, εναποθέσεων αιμοσιδηρίνης (συραγγώδεις δυσπλασίες, εναποθέσεις αιμοσιδηρίνης κ.λπ.), στην ανίχνευση αιμορραγίας σε πρώιμο εγκεφαλικό επεισόδιο και στην ανίχνευση πρωτοπαθούς τραυματικής εγκεφαλικής βλάβης (διάχυτη νευραξονική βλάβη). Ακόμη, δείχνει ευαισθησία στην ανίχνευση τυχών μικρών αιμορραγιών σε σχέση με την βαθμιδωτής ηχούς T2*W. [1,4,21]

Ακολουθία ταχείας ηχούς πεδίου (Fast Field Echo-FFE)

Η λειτουργία αυτής της ακολουθίας βασίζεται στην επίτευξη σταθερής κατάστασης (διατήρηση μικρής γωνίας εκτροπής του διανύσματος μαγνήτισης) μέσω της εκπομπής παλμών RF με γωνία εκτροπής μεταξύ 30 και 45 μοιρών. Επιπλέον, επιλέγεται πολύ μικρός χρόνος TR, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 20 και 50 ms. Η απεικόνιση, η οποία λαμβάνεται με ακολουθίες FFE εξαρτάται από φαινόμενα χαλάρωσης T1 και T2*. Συγκεκριμένα, οι εικόνες των οποίων η αντίθεση εξαρτάται από φαινόμενα χαλάρωσης T2* λαμβάνονται με χρόνο TR μικρότερο των 25ms.

Πλεονέκτημα της ακολουθίας FFE είναι η μεγάλη ταχύτητα εφαρμογής, η οποία μπορεί να συνδυαστεί με τεχνικές συγκράτησης αναπνοής (breath hold). Ακόμη, εξαιτίας της υψηλής ευαισθησίας σε φαινόμενα T1 και T2* χαλάρωσης ενδείκνυται για εφαρμογές αγγειογραφίας.

Μειονεκτήματα της ακολουθίας FFE μπορούν να θεωρηθούν:

- Το σχετικά χαμηλό SNR
- Η ευαισθησία σε φαινόμενα μαγνητικής επιδεκτικότητας, η οποία οδηγεί σε εμφάνιση ψευδενδείξεων
- Η υψηλή στάθμη θορύβου, λόγω της ταχύτερης λήψης σήματος [1,4,22]

Ακολουθία ισορροπημένης ταχείας ηχούς πεδίου (Balanced Fast field echo- BFFE)

Είναι μια παραλλαγή της gradient echo. Κατά την απεικόνιση οι ιστοί με μεγάλο λόγο χρόνων T2/T1 εμφανίζονται να έχουν υψηλή ένταση σήματος και αντίθεση. Ο χρόνος εξέτασης κατά την εφαρμογή αυτών των ακολουθιών είναι ιδιαίτερα χαμηλός λόγω του εξαιρετικά χαμηλού χρόνου TR (2-3 ms). Τονίζει κυρίως φαινόμενα χαλάρωσης T2*. Ως μειονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί ότι κατά την λειτουργία της ακολουθίας λόγω της ταχείας και συνεχούς λειτουργίας των βαθμιδωτών πηνίων παράγεται υψίσυχνος και δυνατός ακουστικός θόρυβος, ο οποίος μπορεί να είναι ιδιαίτερα ενοχλητικός για τους εξεταζόμενους. Ένα επιπλέον μειονέκτημα της τεχνικής αυτής, είναι το χαμηλό SNR και η εμφάνιση ψευδενδείξεων λόγω τοπικών ανομοιογενειών του μαγνητικού πεδίου. [1,4,23,24]

Φασματοσκοπία SV (single-voxel) ή MV (multi-voxel)

Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει προσπάθειες για μελέτη των λειτουργιών και της έγκαιρης και έγκυρης διάγνωσης παθολογιών του εγκεφάλου με μη επεμβατικές

απεικονιστικές μεθόδους. Μια τέτοια απεικονιστική τεχνική, αποτελεί η φασματοσκοπία με την χρήση μαγνητικού τομογράφου. Παθολογικές βλάβες, όπως Πολλαπλή σκλήρυνση, επιληψία, αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, εγκεφαλοπάθειες, νόσος του Alzheimer και νόσος του Parkinson μπορούν να διαγνωσθούν σε πολύ πρώιμο στάδιο. Επιστήμες, όπως οι νευροεπιστήμες και η βιοχημεία έχουν βοηθηθεί για σχετικές έρευνες με την βοήθεια αυτής της τεχνικής.

Με την φασματοσκοπική απεικόνιση του εγκεφάλου με μαγνητική τομογραφία βασίζεται στην αλληλεπίδραση των ατομικών πυρήνων και ισχυρών μαγνητικών πεδίων. Όταν ο πυρήνας ενός ατόμου ενός μορίου αλληλοεπιδράσει με ισχυρό μαγνητικό πεδίο, αυτός μπορεί να εκφράσει τον τύπο, τους δεσμούς του με άλλα άτομα και την κατανομή των ηλεκτρονίων του στις εξωτερικές στιβάδες. Με τον τρόπο αυτό, θα λάβουμε ένα σήμα, σχετικά με την λήψη πληροφοριών από όλο τον όγκο του εξεταζόμενου δείγματος, με σκοπό την αναγνώριση των χημικών ενώσεων.

Η εγκεφαλική φασματική μελέτη χρησιμοποιεί δύο μεθόδους για να διεγείρει τους ιστούς τοπικά και να μελετήσει την βιοχημική τους σύσταση.

Αρχικά, υπάρχει φασματοσκοπία που διεγείρει μια καθορισμένη από τον χρήστη του τομογράφου περιοχή. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται λήψη των εικόνων προσδιορισμού της περιοχής που θα μελετηθεί, σχεδιασμός της κυβικής περιοχής με το επιθυμητό σήμα και τελικά λήψη του σήματος μόνο από την περιοχή που έχει επιλεγθεί.

Επιπλέον, υπάρχει η φασματοσκοπική μελέτη μεγαλύτερης εγκεφαλικής περιοχής, με λαμβανόμενο σήμα από διαφορετικές περιοχές, δηλαδή το φάσμα. Έτσι, επιτυγχάνεται η μελέτη της έκτασης μιας βλάβης, η ταυτόχρονη βιοχημική ανάλυση πολλών περιοχών, καθώς και μέτρηση των συγκεντρώσεων των διάφορων μεταβολιτών που σχετίζονται με ορισμένες παθήσεις. [1,4,25,26]

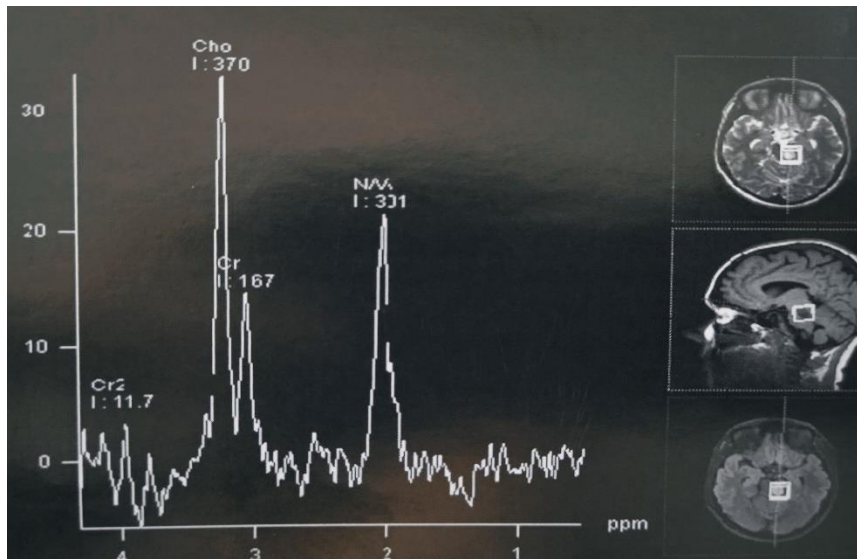
Οι μεταβολίτες του εγκεφάλου

Οι, προς μελέτη, μεταβολίτες του εγκεφάλου, που βρίσκονται εντός των κυτταρικών δομών του, προσφέρουν ορισμένους δείκτες για την αξιολόγηση μιας βλάβης αλλά και την πρόγνωση της εξέλιξής της. Τέτοιοι μεταβολίτες είναι η κρεατίνη, η μυοσύννη, η χολίνη, το γαλακτικό οξύ, το N-ακετυλοσπαρτικό οξύ (NAA), καθώς και οι συγκεντρώσεις του υδρογόνου. [6,7,8]

Single – voxel Φασματοσκοπία

Η single voxel φασματοσκοπία, ουσιαστικά, είναι η απλή εντοπισμένη τεχνική σε μια

προηγηθείσα εικόνα μαγνητικής τομογραφίας, της οποίας το φάσμα προέρχεται από την μέτρηση μιας μικρής περιοχής ενδιαφέροντος, το VOI(Volume Of Interest). Έτσι, προκύπτει ένα σήμα από την διέγερση των πυρήνων εσωτερικά και εξωτερικά του VOI.



Εικόνα 3.12 : Εντοπισμένη single-volume Φασματοσκοπία. Το VOI τοποθετείται στην ασθενή και προκύπτει πως τα επίπεδα της χολίνης είναι υψηλά, δηλαδή υποδηλώνεται αυξημένη αποδόμηση κυτταρικών μεμβρανών (ένδειξη καρκινικής ανάπτυξης).

Multi-voxel φασματοσκοπία

Σε αυτήν την περίπτωση φασματοσκοπίας, παράγεται ένας δυσδιάστατος πίνακας φασμάτων των ογκοστοιχείων από την περιοχή ενδιαφέροντος και να γίνουν μετρήσεις των συγκεντρώσεων των μεταβολιτών σε ένα μεγαλύτερο πεδίο αντίληψης και εστίασης. Ο χωρικός εντοπισμός πραγματοποιείται με πηνία κωδικοποίηση φάσης σε μια, δύο ή τρεις διαστάσεις. [1,4,25]

Ακολουθίες με διπλό IR :

Grey matter ή White matter only

Ακολουθίες που χρησιμοποιούνται για την εκλεκτική απεικόνιση της λευκής ή της φαιάς ουσίας. Χρησιμοποιούνται διπλοί χρόνοι αναστροφής ώστε με την χρήση αλγοριθμικών εξισώσεων να απεικονίζεται αντίστοιχα μόνο η λευκή ή η φαιά ουσία κάθε φορά.

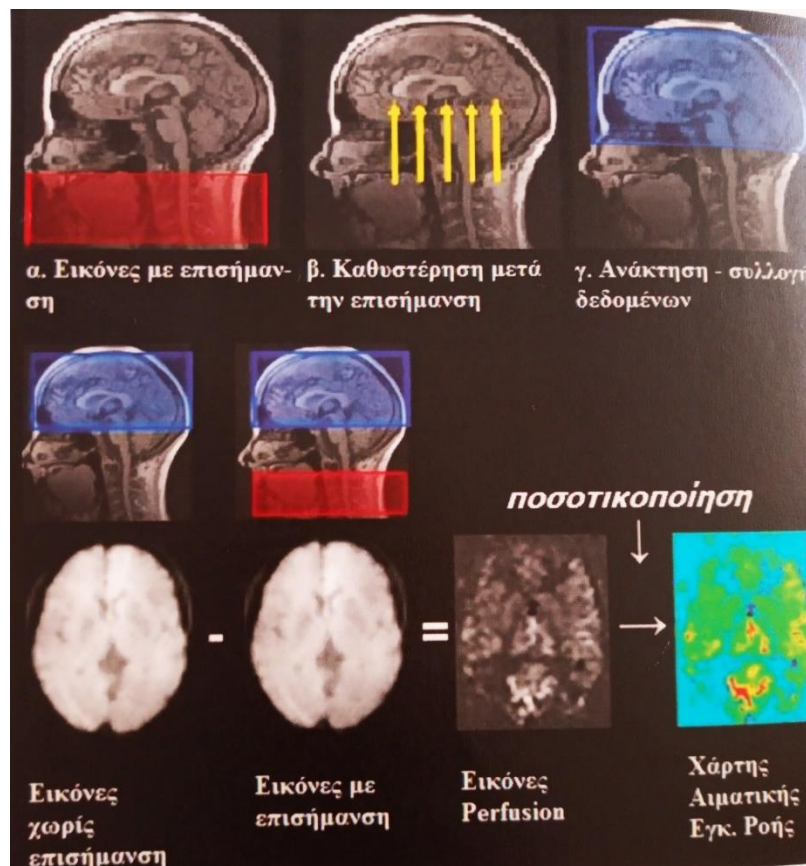
Τεχνικές αιμάτωσης :

ASL (Arterial spin labeling) ή PWI T2* (Perfusion Weighted imaging)

Όπως αναφέρθηκε στο παρόν κεφάλαιο, η μελέτη της αιμάτωσης των ιστών είναι απαραίτητη για την να ανάδειξη παθολογιών. Για την ανάδειξη της αιματικής διήθησης, χωρίς την ανάδειξη αυτής των ουσιών που μεταφέρονται, είναι απαραίτητη η ιχνηθέτηση των μορίων με δύο τεχνικές. Η πρώτη περιλαμβάνει την ταχεία χορήγηση μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης bolus με ταυτόχρονη και γρήγορη επαναλαμβανόμενη σάρωση για την λήψη εικόνας βάρους T2*/T2 ή T1. Η δεύτερη τεχνική είναι η ιχνηθέτηση χωρίς χρήση μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης, αλλά με ιχνηθέτες επισημασμένων αρτηριακών πρωτονίων (Τεχνική ASL) [1,2,3,4]

Σήμανση αρτηριακής ιδιοστροφορμής (ASL-Arterial Spin Labelling)

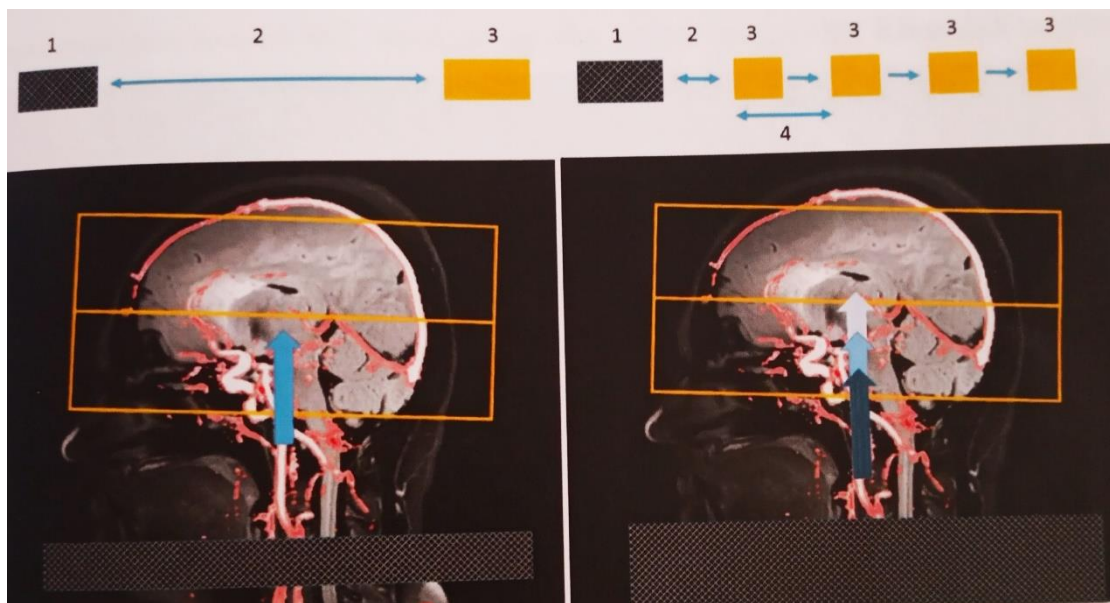
Η σήμανση αρτηριακής ιδιοστροφορμής (ASL) είναι μια μέθοδος απεικόνισης της αιμάτωσης, κυρίως του εγκεφάλου, χωρίς τη χρήση σκιαγραφικού μέσου. Η ASL χρησιμοποιεί μαγνητικά σεσημασμένο αίμα στην αρτηριακή κυκλοφορία αίματος, ως ενδογενές ίχνος.



Εικόνα 3.13: Βασική αρχή ASL. [www.radiologycommunity.com / ΠΓΝΙ]

Η αλληλουχία ASL αποτελείται από ένα τμήμα σήμανσης και ένα τμήμα ελέγχου. Οι εικόνες αιμάτωσης δημιουργούνται αυτόματα με αφαίρεση των «εικόνων ετικέτας» από τις «εικόνες ελέγχου». Η εκτίμηση της αιμάτωσης βασίζεται στις μεταβολές του σήματος και για το λόγο αυτό, στα συστήματα Μαγνητικής Τομογραφίας υψηλού πεδίου, λόγω του υψηλού SNR και του παρατεταμένου χρόνου χαλάρωσης T1, με αποτέλεσμα μελέτης αιμάτωσης με την τεχνική ASL είναι πιο αξιόπιστα, σε σύγκριση με την εφαρμογή του ASL σε συστήματα 1.5 Tesla.

Η αλληλουχία ASL είναι μια δυναμική αλληλουχία. Ανάλογα με το κλινικό ζήτημα, η ASL μπορεί να εκτελεστεί είτε ως αλληλουχία μίας φάσης ή ως αλληλουχία πολλαπλών φάσεων, χρησιμοποιώντας κάθε φορά διαφορετικές τεχνικές, όπως παρουσιάζεται στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί. [1,2,3,4]



Εικόνα 3.14.: ASL μιας φάσης με την χρήση pCALS και πολλαπλών φάσεων με μέθοδο STAR (ίδιο σχήμα)

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. Σήμανση ελέγχου | 1. Σήμανση και έλεγχος |
| 2. Καθυστέρηση μετά την ετικέτα | 2. Καθυστέρηση ετικέτας |
| 3. Λήψη εικόνας | 3. Λήψη εικόνας |
| | 4. Διάστημα φάση |

Στην ASL πολλαπλών φάσεων, η αιμάτωση υπολογίζεται σε πολλά χρονικά σημεία μετά την σήμανση: η ίδια περιοχή απεικονίζεται πολλές φορές μετά τη σήμανση (ή τον έλεγχο). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλαπλές εικόνες αιμάτωσης.

[www.radiologycommunity.com / ΠΓΝΙ]

T2*

Το T2* καθορίζεται από τη γωνία πρόσπτωσης (θ) σε μία gradient echo και είναι μία σχέση αντιστρόφως ανάλογη με το TE. Για εικόνα T2*W, η γωνία πρόσπτωσης πρέπει να είναι μικρή για να μην αναδειχθούν οι διαφορές T1 και ο χρόνος TE να είναι μεγάλος ώστε οι ιστοί να έχουν τον χρόνο να δείξουν τις διαφορές T2*.

Η βαθμιδωτής ηχούς ακολουθία παρέχει πληροφορίες για τα προϊόντα αποδόμησης της αιμοσφαιρίνης και τις αποτιτανώσεις. Η ευαισθησία στα φαινόμενα μαγνητικής επιδεκτικότητας είναι ανάλογη του χρόνου ηχούς (TE) και της έντασης του μαγνητικού πεδίου. [1,4]

MP-RAGE, 3D SPGR (με/χωρίς γαδολίνιο Gd)

Η ιστροπική 3D, T1 προσανατολισμού ακολουθία επιτρέπει την ανασύνθεση στα άλλα επίπεδα απεικόνισης και παρέχει εξαιρετική διαφοροποίηση μεταξύ φαιάς και λευκής ουσίας. Ενδείκνυται στην ανίχνευση διαταραχών μετανάστευσης των νευρώνων (π.χ. ετεροτοπία της φαιάς ουσίας κ.α.), ενώ είναι λιγότερο ευαίσθητη στην σκιαγραφική ενίσχυση συγκρινόμενη με τις SE ή TSE T1W ακολουθίες. [1,4]

Fat-sat T2 , STIR

Η STIR αποτελεί μια ακολουθία IR (Inversion recovery) που χρησιμοποιεί έναν κατάλληλο χρόνο TI, ώστε η διαμήκης μαγνήτιση του λίπους να είναι μηδέν κατά την εφαρμογή του παλμού 90°. Ιστοί με μεγάλο χρόνο χαλάρωσης T1 και T2 έχουν ισχυρό σήμα και έχει μεγάλη ευαισθησία στην ανάδειξη υγρών. Ο χρόνος TE είναι μεγάλος (>50 ms) για την ενίσχυση του σήματος των παθολογικών ιστών. Ο χρόνος TR είναι μεγάλος (>3000 ms), ώστε η διαμήκης μαγνήτιση να έχει αποκατασταθεί πλήρως από τον επόμενο παλμό αναστροφής. Ενδείκνυται στην ανίχνευση αλλοιώσεων της λευκής ουσίας σε «δύσκολες περιοχές» όπως το οπτικό νεύρο. [1,4]

TOF – MRA (χρόνου διέλευση/ time of flight Magnetic Resonance Angiography)

Η τεχνική της TOF βασίζεται στα φαινόμενα ενίσχυσης του σήματος λόγω ροής (flow related enhancement) και χρησιμοποιεί ακολουθία παλμών T1W spoiled GE σε

συνδυασμό με τεχνική αντιστάθμισης της ροής για τον κορεσμό του σήματος των ακίνητων ιστών και την αξιοποίηση του ακόρεστου αίματος που κινείται, ως μέσου ενδογενούς αντίθεσης. Οι τομές σχεδιάζονται κάθετα στην διεύθυνση ροής (συνήθως εγκάρσιες τομές) για να μεγιστοποιείται η ενίσχυση του σήματος λόγω ροής. Η TOF-MRA μπορεί να εφαρμοσθεί σε 3D single ή multi-slab όγκο δεδομένων ή σε αλληπάλλληλες 2D τομές. Ενδείκνυται στην εξέταση των ενδοκράνιων αγγείων και του κύκλου του Willis. [1,4]

MRA με χορήγηση σκιαγραφικού μέσου (μαγνητική αγγειογραφία)

Είναι το σύνολο των τεχνικών απεικόνισης των αγγείων που στηρίζονται στα φαινόμενα ροής ή στην πλήρωσή τους με ΜΣΑ. Είναι μία μη επεμβατική μέθοδος και μπορεί να ανασχηματίζει τα δεδομένα σε οποιοδήποτε επίπεδο. Ενδείκνυται στην παρακολούθηση μετά τον αγγειακό εμβολισμό ανευρύσματος και επιτρέπει την χρονοαναλυόμενη (time –resolved) αγγειογραφία, ξεχωρίζοντας τις προσαγωγές αρτηρίες από τις απαγωγές φλέβες. [1,4]

Λειτουργική Μαγνητική Απεικόνιση (fMRI)

Οι νευρώνες, λόγω της αυξημένης τους δραστηριότητας, έχουν ανάγκη από ενέργεια, δηλαδή από γλυκόζη και οξυγόνο , τα οποία παρέχονται από την αιματική κυκλοφορία. Είναι γνωστό, πως από το αρτηριακό δίκτυο και έπειτα από τα τριχοειδή μεταφέρεται το οξυγονωμένο αίμα στους νευρώνες, ενώ από το φλεβικό δίκτυο μεταφέρεται το λιγότερο οξυγονωμένο αίμα από το τριχοειδικό δίκτυο. Η αιμοσφαιρίνη, η οποία μεταφέρει το οξυγόνο στο αίμα, ονομάζεται οξυαιμοσφαιρίνη, ενώ αυτή που χωρίς οξυγόνο ονομάζεται δεοξυαιμοσφαιρίνη. Ωστόσο, το τριχοειδικό και φλεβικό δίκτυο περιέχουν ένα μείγμα οξυαιμοσφαιρίνης και δεοξυαιμοσφαιρίνης. Η οξυαιμοσφαιρίνη έχει διαμαγνητική συμπεριφορά, δηλαδή προκαλεί ισχυρό μαγνητικό πεδίο και προκαλεί ανομοιογένειες στο μαγνητικό πεδίο στο άμεσο περιβάλλον.

Η ενεργοποίηση των νευρώνων αυξάνει την τοπική αιματική ροή και την μεταφορά του οξυγόνου σε εκείνο το σημείο. Για το λόγο αυτό, το τριχοειδικό και φλεβικό δίκτυο γεμίζουν με μεγαλύτερη ποσότητα οξυαιμοσφαιρίνης σε αντίθεση με την κατάσταση ηρεμίας. Η αυξημένη αυτή ποσότητα μειώνει την επίδραση της παραμαγνητικής δεοξυαιμοσφαιρίνης στην ανομοιογένεια του πεδίου, οδηγεί σε εντονότερα φαινόμενα T2* . Η διαφορά που υπάρχει στο σήμα σε εικόνες T2*W, εξαιτίας της αλλαγής του

λόγου οξυαιμοσφαιρίνη προς δεοξυαιμοσφαιρίνη ονομάζεται φαινόμενο BOLT (Blood Oxygenation Level Depended- Εξάρτηση από το επίπεδο οξυγόνωσης του αίματος). Το φαινόμενο αυτό, αποτελεί έναν έμμεσο ενδογενή δείκτη της δραστηριότητας των νευρώνων, μέσω των αλλαγών της τοπικής (αν)ομογένειας του μαγνητικού πεδίου και η απεικόνιση που το αξιοποιεί είναι η λειτουργική μαγνητική τομογραφία (functional MRI).

Με την χρήση της fMRI, υπάρχει η δυνατότητα για άμεση παρατήρηση και ποσοτικοποίηση της νευρωνικής δραστηριότητας που προκαλείται από την εγκεφαλική ενεργοποίηση. Το φαινόμενο BOLT μελετάται με SE ή GE Single shot EPI ακολουθίες. Με GE-EPI μετράται από τις φλέβες υψηλότερο σήμα BOLT, σε αντίθεση με την SE-EPI μετράται από τα τριχοειδή και το αρτηριακό δίκτυο χαμηλότερο σήμα BOLT. Η συλλογή των δεδομένων γίνεται σε εναλλάξ τακτικών χρονικών διαστημάτων, φάση ηρεμίας και σε εξωτερικό ερέθισμα, στα οποία υποβάλλεται ο ασθενής. Έπειτα, γίνεται υπολογισμός των παραμετρικών χαρτών που απεικονίζουν τις περιοχές αυξημένης ροής αίματος με υψηλό σήμα με την διαδικασία αφαίρεσης των εικόνων που λήφθηκαν κατά την διάρκεια της διέγερσης από τις εικόνες που ελήφθησαν κατά την διάρκεια της ηρεμίας και με την χρήση πολύπλοκων στατιστικών υπολογισμών. Τέλος, οι παραμετρικοί χάρτες επιπροβάλλονται σε δισδιάστατες ή τρισδιάστατες μορφολογικές εικόνες για την ανατομική αναγνώριση των περιοχών εγκεφαλικής ενεργοποίησης. Η ποσοτικοποίηση της έντασης του σήματος σε περιοχή ενδιαφέροντος παριστά την χρονική του εξέλιξη στις εναλλασσόμενες φάσεις διέγερσης και ηρεμίας.

Η fMRI έχει βοηθήσει στην νευροεπιστήμη για την μελέτη της λειτουργίας του εγκεφάλου με μη επεμβατικό τρόπο (χρήση οπτικών-ακουστικών-κινητικών και γνωστικών ερεθισμάτων). Επιπρόσθετα, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην χαρτογράφηση των εγκεφαλικών λειτουργιών σε σχέση με ενδοκρανιακούς όγκους, επιληπτικές εστίες, αγγειακές δυσπλασίες πριν να αφαιρεθούν χειρουργικά, περιορίζοντας έτσι τις μετεγχειρουργικές λειτουργικές συνέπειες.[1,4,]

DIXON

Η μέθοδος DIXON αποτελεί μια σύγχρονη μέθοδο παραγωγής εικόνων με και χωρίς αφαίρεση του σήματος του λίπους με μια σάρωση.

Η DIXON χρησιμοποιεί χρόνους αντήχησης (TE) χωρίς περιορισμούς, και μπορεί να δημιουργήσει τέσσερις αντιθέσεις εικόνας (νερού, λίπους, εντός φάσης, εκτός φάσης

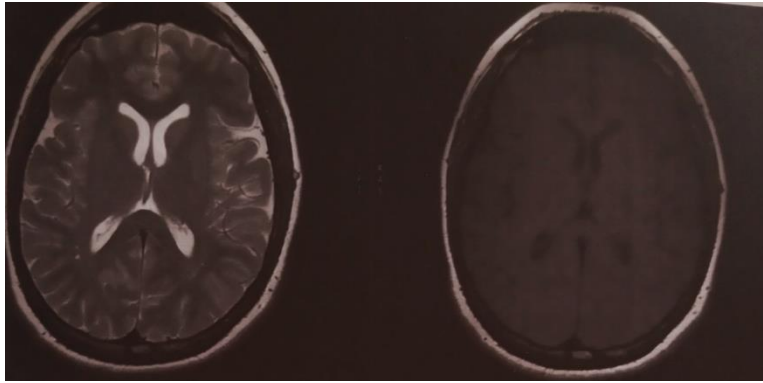
σε μια σάρωση. Διαθέτει ένα βελτιωμένο αλγόριθμο ανακατασκευής νερού/λίπους, ο οποίος περιλαμβάνει μοντέλα λίπους 7 κορυφών, διόρθωση μετατόπισης λίπους και διόρθωση πεδίου B0, δημιουργώντας έτσι τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Η καταστολή του σήματος λίπους είναι πιο ομοιόμορφη και λιγότερο επηρεασμένη από ψευδοεικόνες, σε σύγκριση με άλλες τεχνικές (SPIR, SPAIR, κτλ.)
2. Μπορεί να συνδυαστεί με μια πολλές ακολουθίες (TSE, FFE κτλ.). Σημειώνουμε, πως για την ακολουθία FFE, χρησιμοποιείται μια τεχνική απεικόνισης 3D T1-FFE με πολλαπλές λαμβανόμενες αντηχήσεις, ενώ για την TSE χρησιμοποιούνται πολλαπλές λήψεις.
3. Μπορεί να συνδυαστεί με ακολουθίες χρόνου βαρύτητας T1, T2, PD.
4. Με μια και μόνο σάρωση μπορεί να δώσει εικόνες νερού, λίπους εντός και εκτός φάσης.
5. Δίνει δυνατότητα να μετατρέψει σε ποσοστό την ποσότητα του λίπους στην παρεχόμενη εικόνα.
6. Δίνει τη δυνατότητα παραγωγής εικόνων μεγάλου FOV χωρίς την απεικόνιση του λίπους.

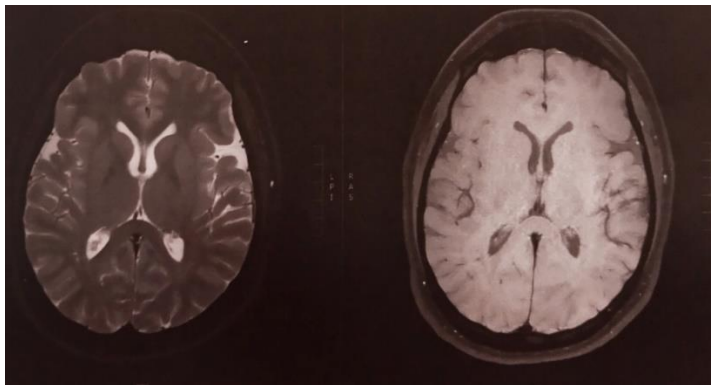
Η τεχνική DIXON εκμεταλλεύεται το γεγονός πως τα μόρια νερού και λίπους κινούνται με διαφορετικούς ρυθμούς. Έτσι, με την πάροδο του χρόνου, θα εναλλάσσονται μεταξύ της κατάστασης σε φάση και της κατάστασης σε αντίθεση φάσης. Η απόκτηση εικόνων εντός και εκτός φάσης επιτρέπει την αλγοριθμική συνδυαστική χρήση των δεδομένων για την παραγωγή με μια σάρωση των εξής εικόνων:

- Σε φάση = (νερό+λίπος).
- Αντίθετη φάση =(νερό-λίπος).
- Μόνο λίπος= σε φάση-αντίθετη φάση=(νερό +λίπος)- (νερό-λίπος).
- Μόνο νερό = σε φάση+ αντίθεση φάσης = (νερό + λίπος) + (νερό – λίπος).

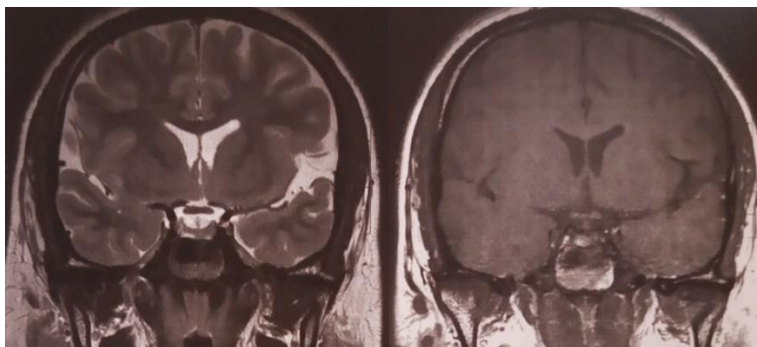
[1]



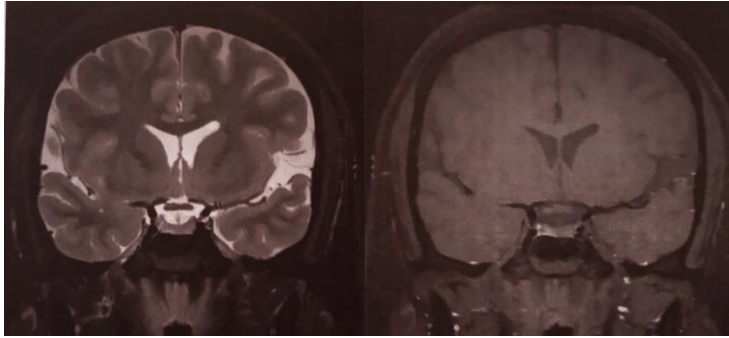
*Εικόνα 3.15:*Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας Dixon, T1 δεξιά και T2 αριστερά, χωρίς καταστολή του σήματος του λίπους, εγκάρσια τομή εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0 T.



Εικόνα 3.16: Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας Dixon, T1 δεξιά και T2 αριστερά, με καταστολή του σήματος του λίπους, εγκάρσια τομή εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0 T.



Εικόνα 3.17: Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας Dixon, T1 δεξιά και T2 αριστερά, χωρίς καταστολή του σήματος του λίπους, στεφανιαία τομή εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0 T.



Εικόνα 3.18: Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας Dixon, T1 δεξιά και T2 αριστερά, με καταστολή του σήματος του λίπους, στεφανιαία τομή εγκεφάλου σε Μαγνητικό Τομογράφο Philips Ingenia CX 3.0T.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΑΥΤΩΝ ΜΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

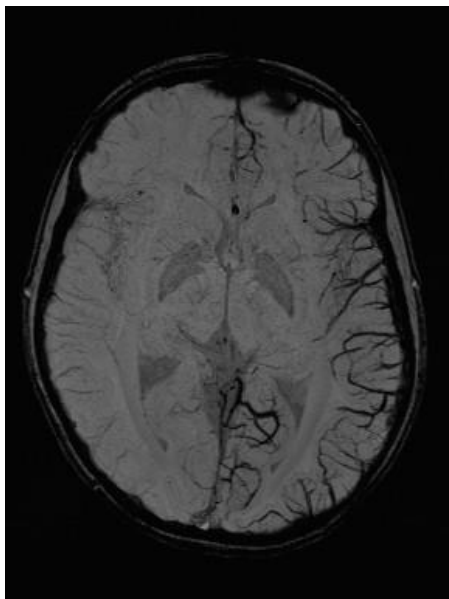
4.1 Κεφαλαλγία - Ημικρανία

Ως κεφαλαλγία, θεωρείται το άλγος, ο γνωστός πόνος, σε οποιαδήποτε περιοχή της κεφαλής. Σημεία εμφάνισής της μπορεί να είναι οποιαδήποτε πλευρά της κεφαλής, να εντοπίζεται συγκεκριμένα, να επεκτείνεται σε ολόκληρη την κεφαλή από ένα σημείο, ή να προκαλεί αίσθημα πίεσης ή σύσφιξης. Επιπλέον, μπορεί να εμφανιστεί ως ένας απότομος πόνος να αναπτυχθεί σταδιακά ή αιφνίδια, και να διαρκέσει από λίγα λεπτά έως αρκετές ημέρες.

Οι κεφαλαλγίες διακρίνονται σε πρωτοπαθείς, όπως η ημικρανία, η αθροιστική κεφαλαλγία και σε δευτεροπαθείς όταν προέρχεται από κάποια άλλη πρωτοπαθής παθολογία.

Η κεφαλαλγία τύπου τάσεως περιγράφεται σαν πίεση ή σφίξιμο, και συχνά ως μια ζώνη γύρω από το κεφάλι, ενώ μερικές φορές εξαπλώνεται προς ή από τον αυχένα.

Η ημικρανία αφορά ένα νευρολογικό σύνδρομο με χαρακτηριστικό της το άλγος της κεφαλής κατά το ήμισυ, είναι σφυγμώδης και επακολουθούν τα συμπτώματα της ναυτίας, της φωτοφοβίας, της ηχοφοβίας και ζάλη. Η διάρκεια της είναι σχετικά μικρή (λίγες ώρες), ενώ εμφανίζεται αιφνίδια. Ως αθροιστική κεφαλαλγία ορίζεται το έντονο διαπεραστικό άλγος επαναλαμβανόμενα στην ίδια πλευρά του κεφαλιού και συνοδεύεται από δάκρυα και ρινική συμφόρηση. [7,29]



Εικόνα 4.1 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε εγκάρσιο επίπεδο με άτομο με ημικρανία. [www.radiopaedia.org]

Πίνακας 4.1: Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης της κεφαλαλγίας -ημικρανίας.

[www.radiopaedia.org]

Κεφαλαλγία/Ημικρανία	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών περιοχών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου, αιμορραγίας ή οιδήματος
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

Πίνακας 4.2: Παράμετροι των ακολουθιών για το πρωτόκολλο απεικόνισης της κεφαλαλγίας -ημικρανίας.

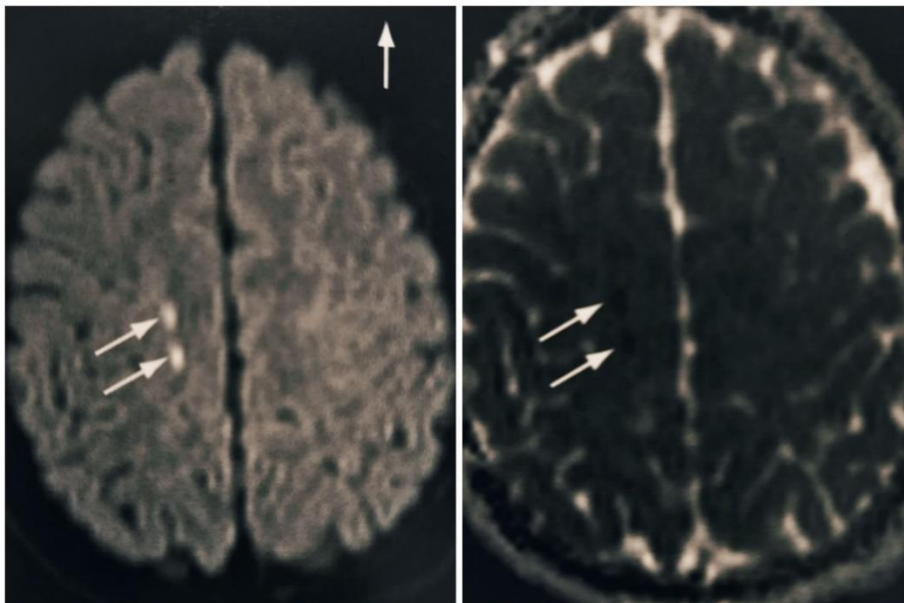
Επίπεδο/ Ακολουθία	TR	TE	Slice Thickness (mm)	Flip Angle	Gap	Fov	Matrix	Phase	NEX	
Axial T1	400- 600	min .	4-5	130- 160	10%	230	320x320	A>P R>L	2	
Axial T2	3000- 4000	100 - 120	4-5	130- 160	10%	230 - 250	320x320	R>L A>P	2	
Axial FLAIR T2	7000- 9000	70 - 110	5	130	10%	230	320x320	R>L	2	TI: 500
Axial Diffusion b:1000	7000- 9000	110	5	130	10%	230	320x320	R>L	4	b- value:0,5 00,1000
Axial GRE T2*	600	13	5	130	10%	230	320x320	R>L	2	
Coronal T1	400- 600	Min	3-5	90	10%	230	320x320	R>L	2	
Sagittal T2	3000- 4000	80 - 120	4-5	130- 150	10%	230	320x320	A<P	2	
ΜΣΑ – IV										
Axial T1	400- 600	min .	5	130- 150	10%	230	320x320	R>L	2	
Coronal T1	400- 600	Min	3-5	90	10%	230	320x320	R>L	2	

4.2 Εγκεφαλικό τραύμα

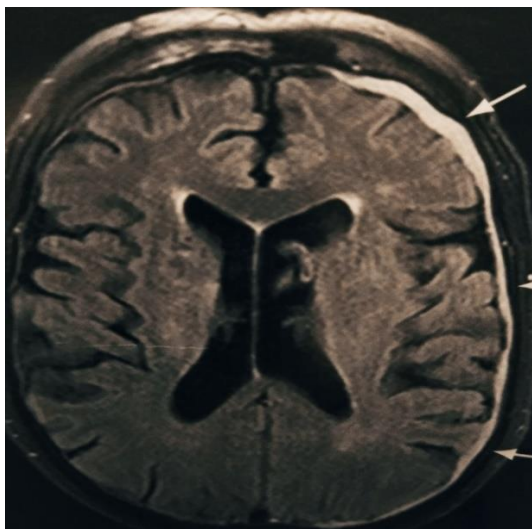
Τα τραύματα της κεφαλής μπορεί να προκληθούν από ένα απλό χτύπημα έως πιο σοβαρά, όπως ένα τροχαίο ατύχημα. Συνήθως, τα τραύματα αυτά δημιουργούν αιμάτωμα, δηλαδή τη συλλογή και συσσώρευση αίματος σε κάποια περιοχή του εγκεφάλου λόγω τραυματισμού ή ακόμη και κατάγματος κάποιο αιμοφόρου αγγείου αυτής της περιοχής. Διακρίνονται σε επισκληρίδια και υποσκληρίδια αιματώματα.

Ως επισκληρίδιο αιμάτωμα, ορίζεται η συλλογή αίματος μεταξύ της σκληράς μήνιγγας και του κρανίου.

Ως υποσκληρίδιο αιμάτωμα, ορίζεται η συλλογή του αίματος μεταξύ της σκληράς και της αραχνοειδούς μήνιγγας και διακρίνεται ανάλογα με τον χρόνο πρόκλησής του σε οξύ, χρόνιο ή αυτόματο. [7, 4, 26]



Εικόνα 4.2 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε εγκάρσιο επίπεδο διάχυτου αξονικού τραυματισμού. Εγκάρσια τομή EPI DWI εικόνα (αριστερά) και ADC χάρτης (δεξιά).



Εικόνα 4.3 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε εγκάρσιο επίπεδο. Χρόνιο υποσκληρίδιο αιμάτωμα με fat saturated FLAIR (βέλη).

Πίνακας 4.3 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για εγκεφαλικό τραύμα.

[www.radiopaedia.org]

Εγκεφαλικό τραύμα	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών δομών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκους της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους

T2 * GRE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη αιμορραγίας
3D TOF MRA /PCA	- Έλεγχος των αγγείων
DWI / ADC χάρτης ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη της έκτασης της αιμορραγίας
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	- Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

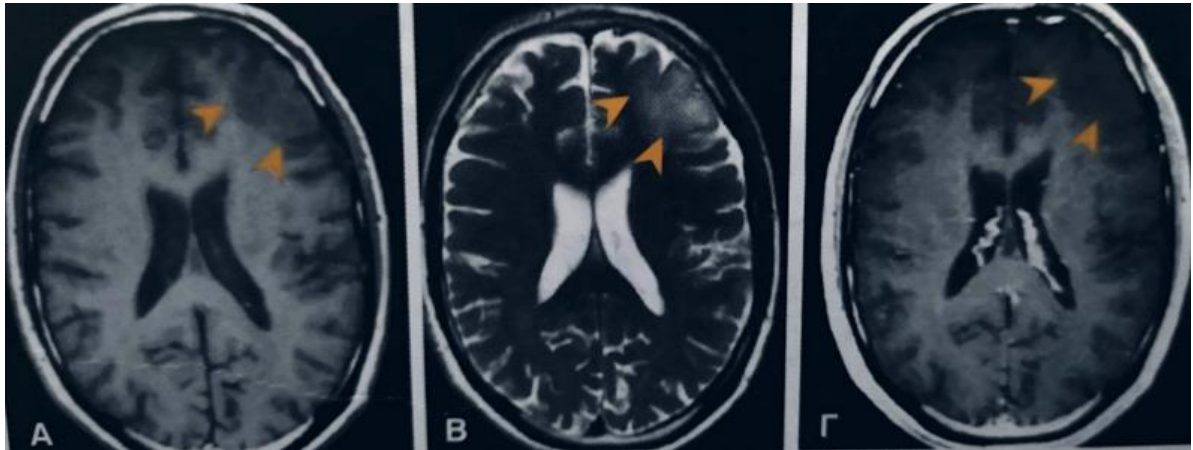
4.3 Επιληψία

Πρόκειται για νόσο, κατά την οποία σύγχρονες ηλεκτρικές εκφορτίσεις των εγκεφαλικών φλοιικών νευρικών κυττάρων καταλαμβάνουν ηλεκτρικά μία ή περισσότερες περιοχές του εγκεφάλου αναστέλλοντας τμηματικά ή ολοσχερώς την λειτουργία τους, όσο διαρκούν αυτές οι εκφορτίσεις. Όταν τα περισσότερα εγκεφαλικά τμήματα έχουν καταληφθεί, τότε γίνεται λόγος για γενικευμένες κρίσεις που εμφανίζονται συχνά με τονικοκλονικούς σπασμούς σε όλο το σώμα. Ωστόσο, υπάρχουν και επιληπτικά επεισόδια με απώλειες συνείδησης ή με καταστάσεις σύγχυσης.

Βασική εξέταση για την διάγνωση της επιληψίας είναι το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, στο οποίο μπορούν να καταγραφούν επιληπτικά δυναμικά. Οι αιτίες είναι πολλαπλές από εγκεφαλικά τραύματα, ισχαιμία, κληρονομικές, εκ γενετής ανωμαλίες του φλοιού, τοξικές και μεταβολικές.

Ένα απεικονιστικό πρωτόκολλο για την επιληψία πρέπει να καθορίζεται από την εντόπιση της επιληπτιογόνου εστίας. Στην εξέταση της επιληψίας με μαγνητική τομογραφία χρησιμοποιούνται ακολουθίες με λεπτές τομές (T1 στεφανιαία τομή) και η ακολουθία MP-RAGE. Επιπλέον, απαραίτητη είναι η καλή απεικόνιση του

ιπόκαμπου, όπως η turbo-FLAIR. Σε ασθενείς με σπασμούς, απαραίτητη είναι η λήψη μιας ακολουθίας T2* ή μιας SWI για την διάγνωση μιας παλαιάς αιμορραγικής εστίας ή ενός σπαραγγώδους αγγειώματος. [4,7,26,30,31]



Εικόνα 4.4: Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με επιληπτικές κρίσεις. Από τις εικόνες με ακολουθία T1 πριν την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας (A), μετά την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας (Γ) και με ακολουθία T2 απεικονίζεται βλάβη χαμηλού σήματος στις T1 ακολουθίες και υψηλό στις T2 που δεν εμπλουτίζεται με την χρήση του σκιαγραφικού μέσου, δηλαδή διάχυτο διηθητικό αστροκύτωμα.

Πίνακας 4.4 :Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για επιληψία.

[www.radiopaedia.org]

Επιληψία	
T1 TSE /T1 SE FS/ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη ανατομικών δομών
T2 TSE/FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη και μελέτη των κροταφικών λοβών με καταστολή του ENY - Μελέτη του υπόκαμπου - Ανάδειξη κι μελέτη βλαβών υπεύθυνων για τυχόν επιληπτικές κρίσεις
T2*/ SWI ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη και μελέτη τυχόν παλαιού αιμορραγικού υλικού
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος
MRS	- Μελέτη των συγκεντρώσεων των μεταβολιτών του εγκεφάλου
Functional MRI	- Ανάδειξη και μελέτη των λειτουργικών περιοχών του εγκεφάλου - Αξιολόγηση της επιληψίας - Για προ- εγχειρητικό έλεγχο
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

4.4 Αγγειακές δυσπλασίες και Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο

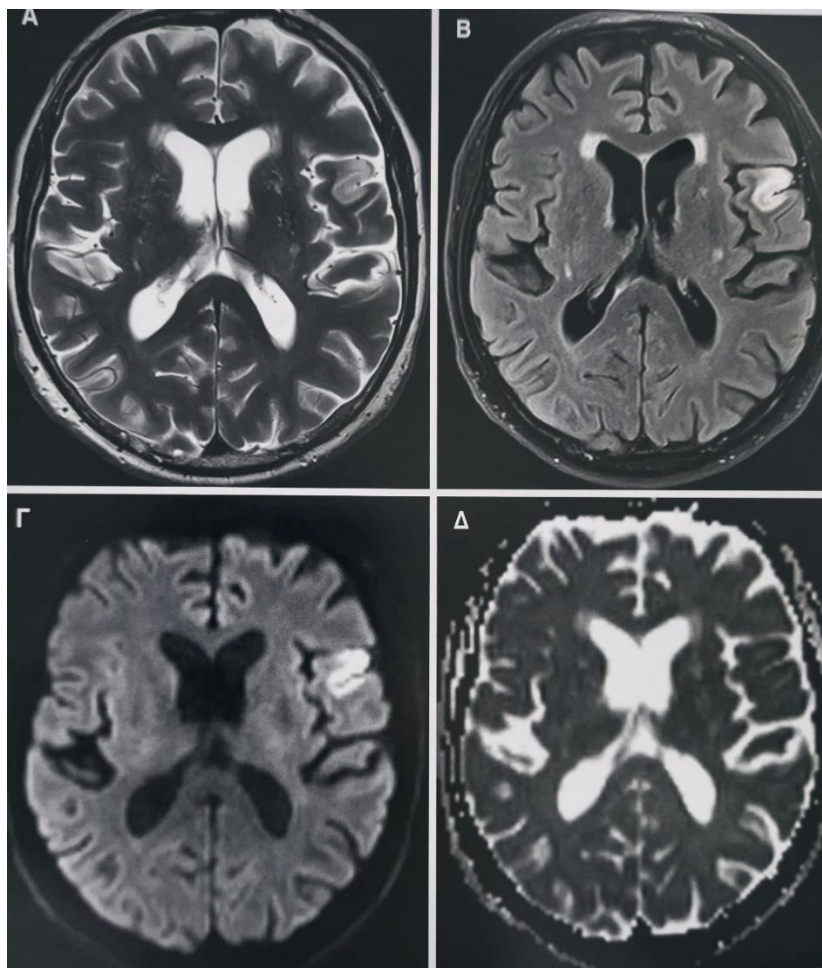
Ως αγγειακή δυσπλασία, ορίζεται κάθε δυσπλασία που εμφανίζουν όλα τα αγγεία του σώματος. Οι αγγειακές δυσπλασίες διακρίνονται σε συγγενείς ή μη συγγενείς. Επιπλέον, διακρίνονται σε δυσπλασίες των αρτηριών (σύνδεση αρτηριών με τις φλέβες) και των φλεβών (φλέβες, λεμφαγγεία). Οι δυσπλασίες αυτές, μπορούν να εξελιχθούν σε ισχαιμία, όπως στην περίπτωση ρήξης ανευρύσματος.

Ως αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο ορίζεται στο γεγονός της μείωσης της αιματικής ροής του εγκεφάλου ή ακόμη και στην αιφνίδια διακοπή της. Στην περίπτωση απόφραξης ενός αγγείου ονομάζεται ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ αν οφείλεται σε αιμορραγία αυτού ονομάζεται αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

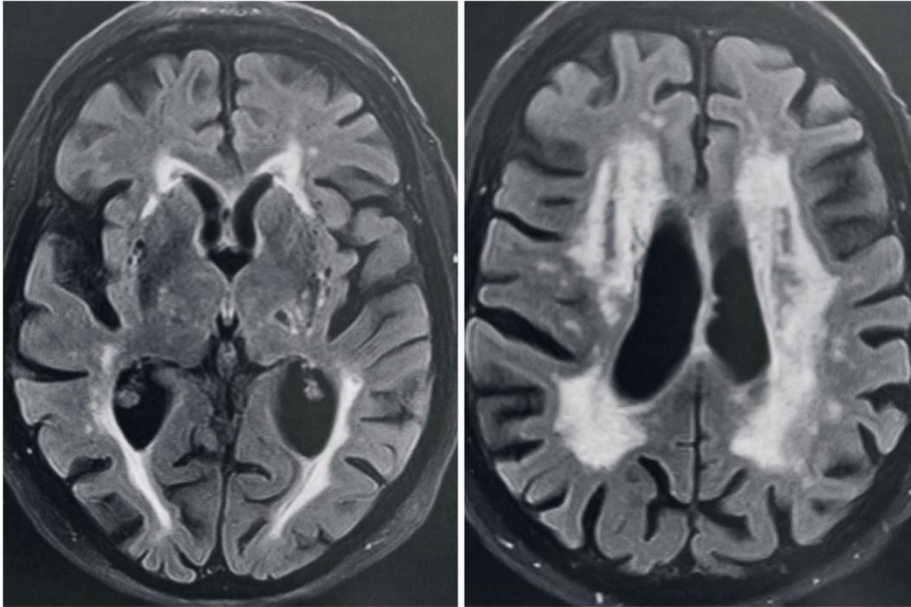
Μια εξαιρετικά κρίσιμη για την υγεία κατάσταση λόγω ρήξης ανευρύσματος ή άλλης αγγειακής δυσπλασίας αποτελεί η υπαραχνοειδής αιμορραγία, η οποία εμφανίζεται

αιφνίδια με συμπτώματα κεφαλαλγίας στο επίπεδο μεταξύ της βάσης του κρανίου και του αυχένα. Επιπτώσεις της μη έγκυρης διάγνωσης είναι η θνησιμότητα ή κάποιου είδους αναπηρία.

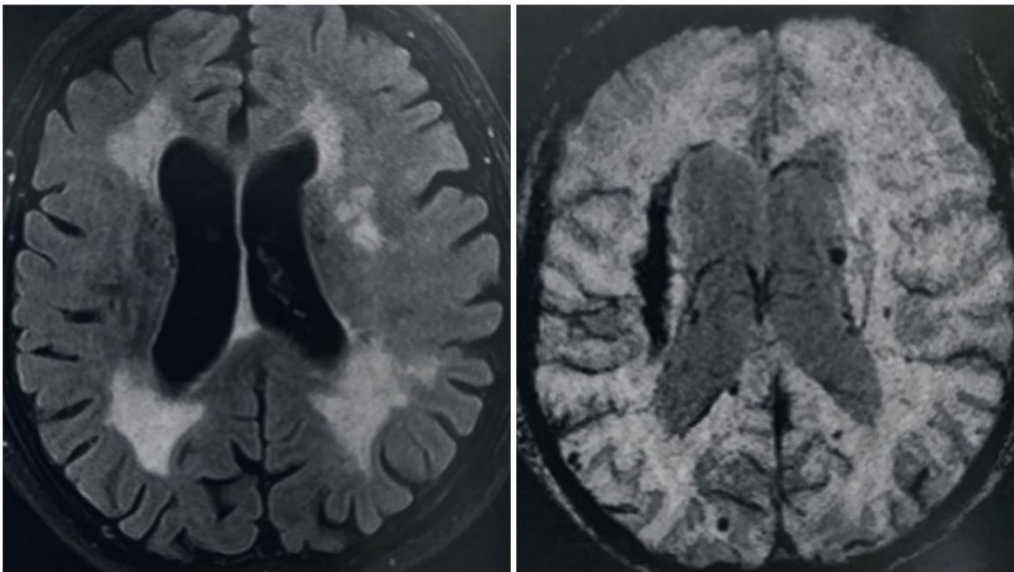
Στις περιπτώσεις ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου ή εγκεφαλικής αιμορραγίας η εξέταση εκλογής είναι η αξονική τομογραφία, διότι απαιτεί λιγότερο χρόνο εξέτασης και στα περισσότερα νοσοκομεία μπορεί να πραγματοποιηθεί. Σε δεύτερο χρόνο, πραγματοποιείται μαγνητική τομογραφία (αγγειογραφία), ώστε να αναδειχθούν οι περιοχές του εγκεφάλου που μπορούν να διασωθούν ακόμη κι αν δεν αιματώνονται ή έχουν ραγεί. Για την διάγνωση των παραπάνω περιπτώσεων απαιτείται το βασικό πρωτόκολλο του εγκεφάλου και χρήση παραμαγνητικής ουσίας, ενώ για την ,μαγνητική αγγειογραφία χρησιμοποιούμε επιπλέον την ακολουθία TOF 3D για την τρισδιάστατη ανάδειξη των αρτηριών και PC 3D για την τρισδιάστατη ανάδειξη των φλεβών. [4,7,26,32,33]



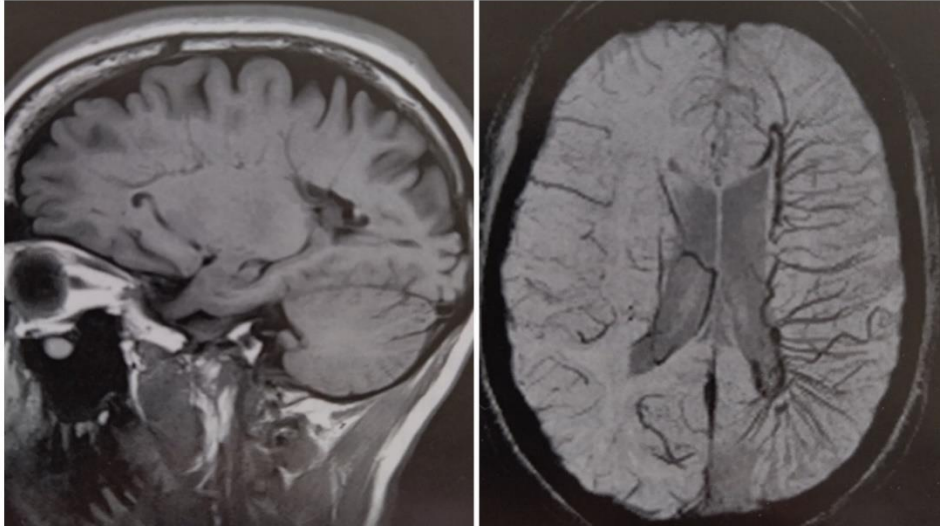
Εικόνα 4.5 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας σε εγκάρσιο επίπεδο. Υποξύ έμφρακτο σε εγκάρσια TSE T2-WI (A), εγκάρσια fat- sat turbo FLAIR (B), εγκάρσια EPI diffusion weighted ‘trace’ (Γ) και Apparent diffusion coefficient (ADC) χάρτης (Δ).



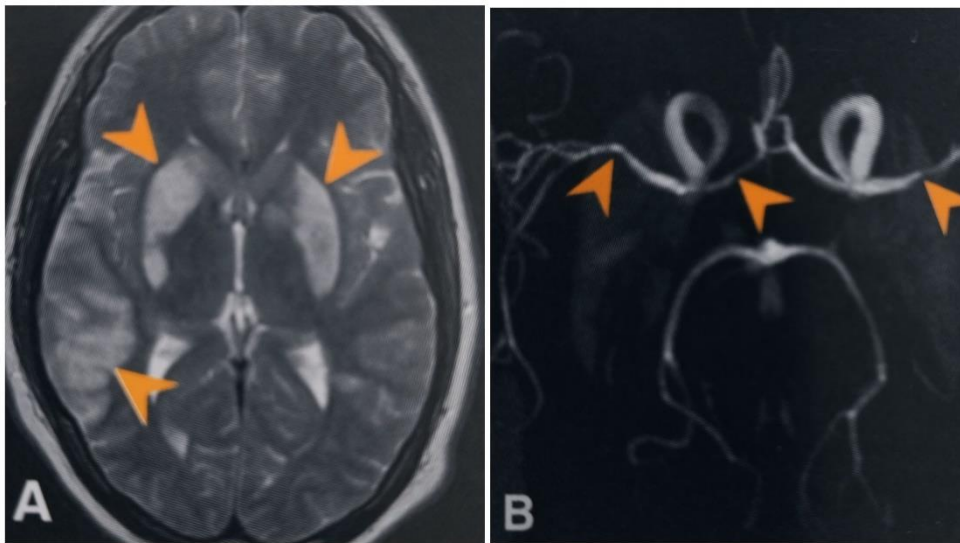
Εικόνα 4.6 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε εγκάρσιο επίπεδο. Εικόνες εγκάρσιας fat-sat turbo FLAIR (AP, ΔΕ.) με εστίες απομυελίνωσης και εμφράκτων, ως αποτέλεσμα μικροαγγειακής νόσου.



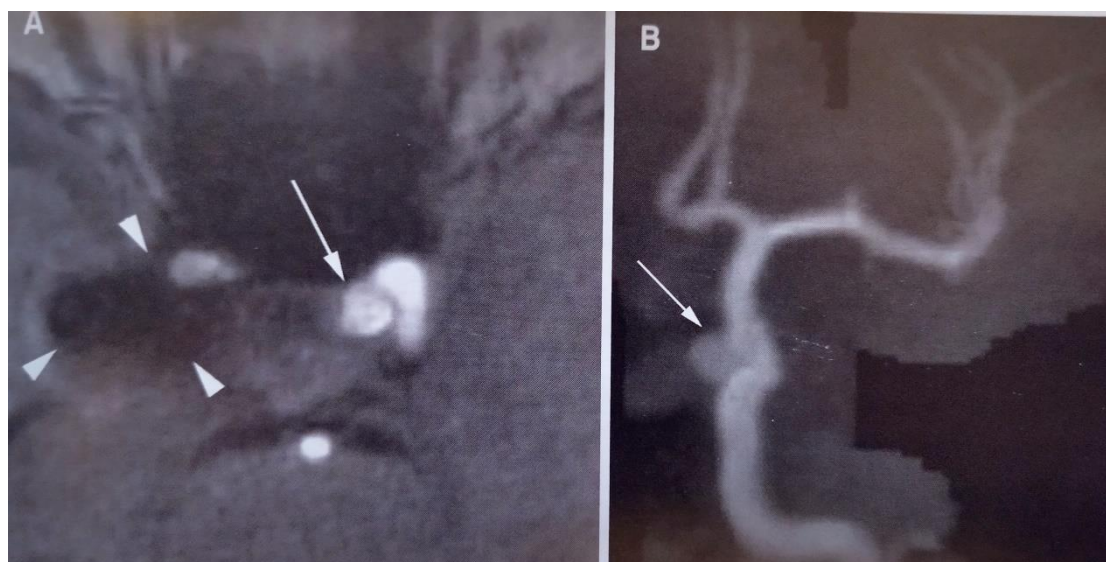
Εικόνα 4.7 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε εγκάρσιο επίπεδο. Εικόνες μικροαιμορραγιών με εγκάρσια fat-sat turbo FLAIR (AP) και εγκάρσια εικόνα μαγνητικής επιδεκτικότητας (SWI) (ΔΕ).



Εικόνα 4.8 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με σύνδρομο Sturge- Weber με σύμπλοκη παράπλευρη φλεβική απορροή. Οβελιαία TSE T1-WI (AP) και εγκάρσια εικόνα μαγνητικής επιδεκτικότητας (SWI) (ΔΕ). [www.radiopaedia.org]



Εικόνα 4.9 : Εικόνα μεταλοιμώδους αγγειίτιδας με μαγνητική τομογραφία ακολουθίας T2 (A) και μαγνητικής αγγειογραφίας (B).



Εικόνα 4.10 : Εικόνα ToF μαγνητικής αγγειογραφίας προβολής μέγιστης έντασης (MIP). Στην εικόνα A απεικονίζεται το ανώτερο υποφυσιακό ανεύρυσμα, ενώ στην εικόνα B απεικονίζεται εγκάρσια τομή της πηγής διαμέσου αριστερού ανώτερου υποφυσιακού ανευρύσματος, επιδεικνύοντας τεχνικό σφάλμα από μεταλλικό clip που τοποθετήθηκε σε προ ηγηθέν παρακλεινοειδή ανεύρυσμα (δεξιά βέλη).

Πίνακας 4.5 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για αγγειακές δυσπλασίες [www.radiopaedia.org]

Αγγειακές Δυσπλασίες	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών δομών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ και χάρτης ADC	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου, αιμορραγίας ή οιδήματος - Χάρτης ADC : με βάση τις τιμές αυτές στην κλίμακα του γκρι βοηθά στην διαφορική διάγνωση
T2 * GRE	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη αιμορραγίας

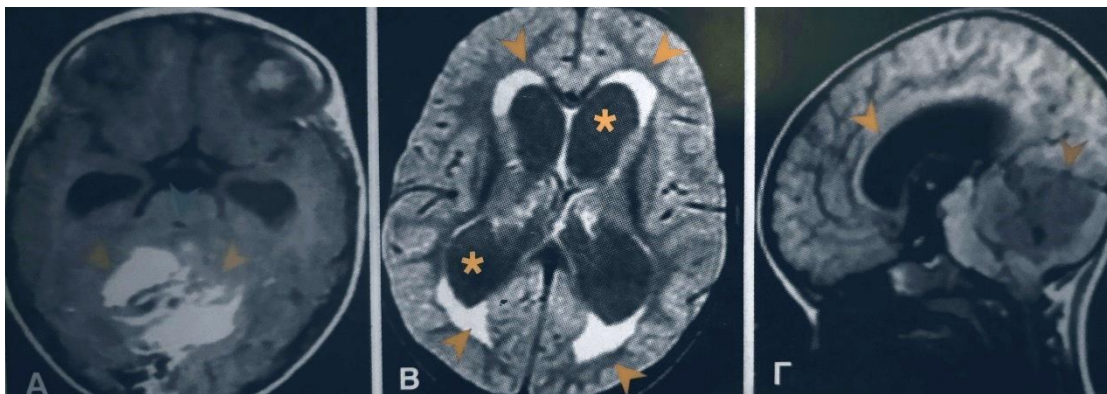
ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	
3D TOF MRA /PCA	- Έλεγχος απόφραξης των αγγείων
SWI (Suscesibility Weight Image)	- Ανάδειξη αιμορραγίας και μετουσίωσης του αιμορραγικού υλικού
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	- Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

4.5 Αποφρακτική Υδροκεφαλία

Ως αποφρακτική υδροκεφαλία ορίζεται η διάταση του κοιλιακού συστήματος του εγκεφάλου. Ανάλογα με τις συνέπειες που την προκαλούν, διακρίνεται σε επικοινωνούσα και μη επικοινωνούσα .

Επικοινωνούσα υδροκεφαλία θεωρείται όταν υπάρχει εξωκοιλιακή απόφραξη της ροής του ΕΝΥ, περιφερειακά των τρημάτων ή ελαττωμένη απορρόφηση (υπαραχνοειδής αιμορραγία, κοκκιωματώδη μηνιγγίτιδα, νεοπλασματική μηνιγγική διήθηση).

Μη επικοινωνούσα θεωρείται όταν προκαλείται από απόφραξη ενδοκοιλιακά της ροής του ΕΝΥ, κεντρικότερα των τρημάτων (τρήματα του Luschka και Magendie) και οφείλεται κυρίως σε συγγενείς ανωμαλίες, όπως η στένωση του υδραγωγού συγγενής ή επίκτητη, που οφείλεται σε γλοίωση, περιγεννητική μεταφλεγμονώδη ή αιμορραγία, όγκοι, αραχνοειδείς κύστεις. [4,7,26,34]



Εικόνα 4.11 : Εικόνες αποφρακτικής υδροκεφαλίας με μαγνητική τομογραφία ακολουθίας T1 εγκάρσια εικόνα (A), εγκάρσια FLAIR (B), και οβελιαία T1 (Γ).

Πίνακας 4.6 :Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για αποφρακτικής υδροκεφαλίας [www.radiopaedia.org]

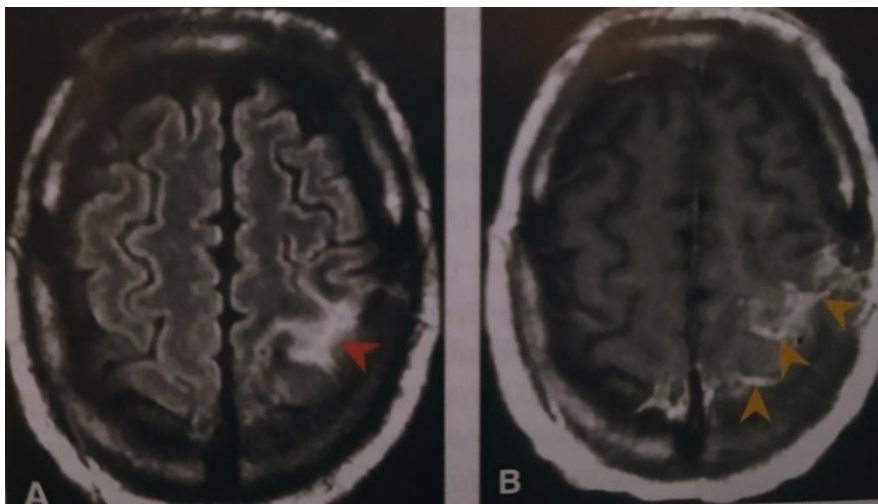
Υδροκεφαλία	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών δομών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ και χάρτης ADC	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος - Χάρτης ADC : με βάση τις τιμές αυτές στην κλίμακα του γκρι βοηθά στην διαφορική διάγνωση
T2 * GRE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη αιμορραγίας
3D TOF MRA /PCA	<ul style="list-style-type: none"> - Έλεγχος απόφραξης των αγγείων
SWI (Suscesibility Weight Image)	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη αιμορραγίας και μετουσίωσης του αιμορραγικού υλικού
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

4.6 Λοιμώξεις του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ)

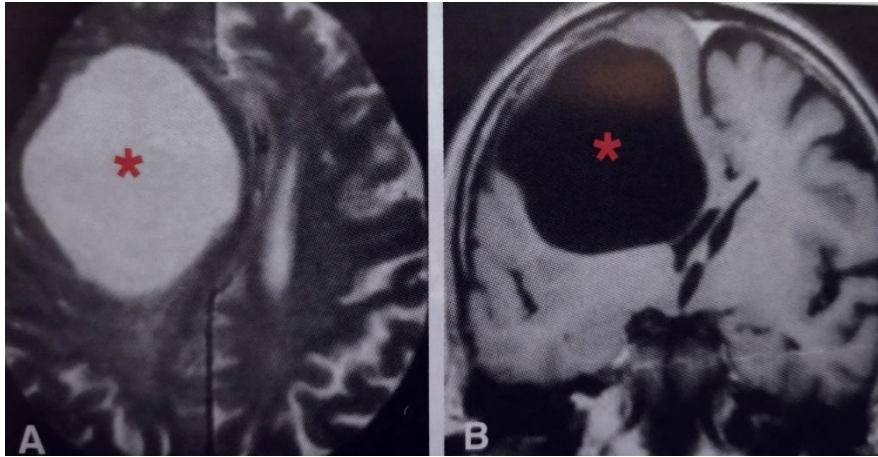
Ως λοίμωξη του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος θεωρείται η ύπαρξη μικροβίων εντός σημείων του εγκεφάλου προκαλώντας φλεγμονή στην περιοχή λόγω της τοξικότητάς τους.

Μία από τις πιο γνωστές λοιμώξεις είναι η μηνιγγίτιδα, δηλαδή η φλεγμονώδης διήθηση των λεπτομηνίγγων. Η απεικόνιση της λοίμωξης αυτής μπορεί να γίνει με μαγνητική τομογραφία του εγκεφάλου, στην οποία θα γίνει λήψη εικόνων T1 και FLAIR ακολουθίας. Στις T1 ακολουθίες το σήμα θα είναι ίσης έντασης εξίδρωμα στις αύλακες και στις δεξαμενές του εγκεφάλου. Επιπλέον, απαραίτητη είναι η έγχυση σκιαγραφικού μέσου για να γίνει εμπλουτισμός των λεπτομηνίγγων. Πιο ευαίσθητη είναι η λήψη της ακολουθίας FLAIR , λόγω ανάδειξης τυχόν αυξημένου σήματος των αυλάκων και των δεξαμενών.

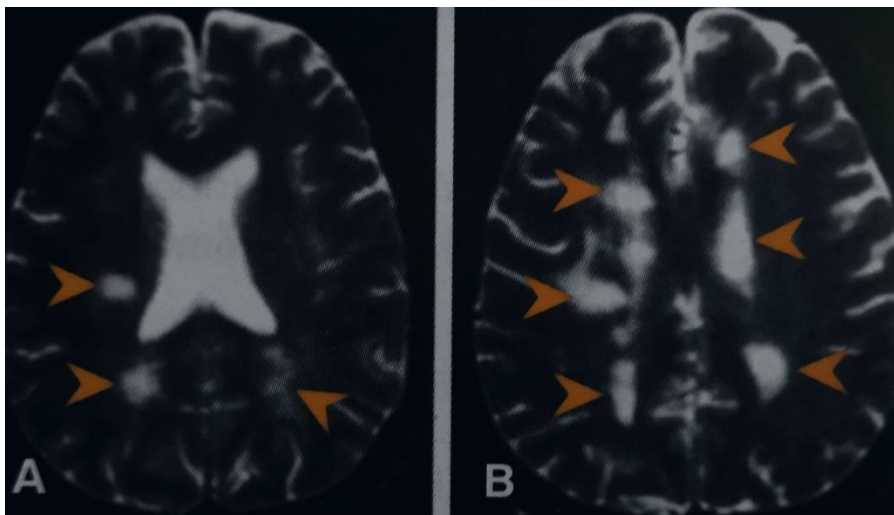
Άλλες ενδοκρανιακές λοιμώξεις αποτελούν η εγκεφαλίτιδα ή απόστημα, το εμπύημα, η λοίμωξη από το μυκοβακτηρίδιο της φυματίωσης, η ερπητική εγκεφαλίτιδα, η εγκεφαλίτιδα από τον ιό του HIV, η εχινοκοκκίαση, η τοξοπλάσμάτωση, κτλ. [4,26,35,36]



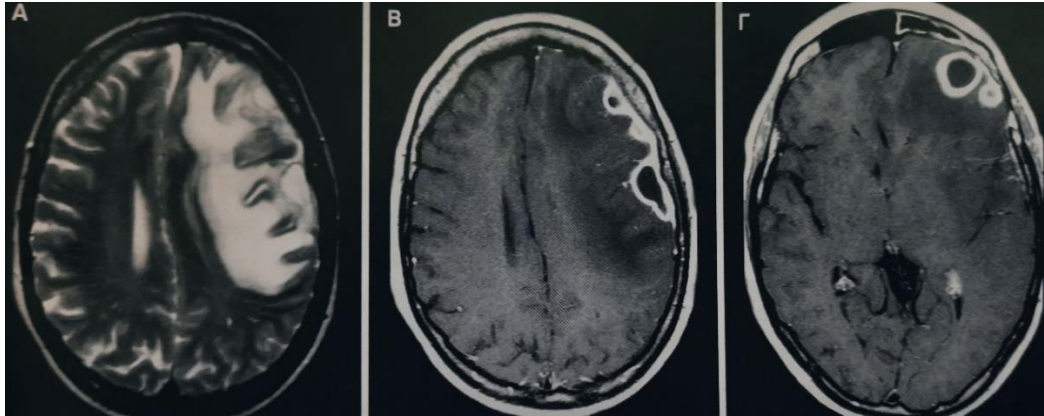
Εικόνα 4.12 : Εικόνες μηνιγγίτιδας με μαγνητική τομογραφία σε εγκάρσιο επίπεδο ακολουθίας FLAIR (A) και T1 μετά από την ενδοφλέβια χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας



Εικόνα 4.13 : Εικόνες εχινοκοκκίασης με μαγνητική τομογραφία σε εγκάρσιο επίπεδο ακολουθίας T2 (A) και σε στεφανιαίο επίπεδο σε T1 ακολουθία μετά την ενδοφλέβια χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας.



Εικόνα 4.14 : Εικόνες HIV εγκεφαλίτιδας μαγνητικής τομογραφίας σε εγκάρσιο επίπεδο ακολουθίας T2 (A,B)



Εικόνα 4.15 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας με υποσκληρίδιο εμπύημα και ενδοεγκεφαλικό απόστημα σε εγκάρσια TSE T2-WI (A), εγκάρσια SE T1-WI μετά την ενδοφλέβια χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας (B) και εγκάρσια SE T1-WI μετά την ενδοφλέβια χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας στον ύψος των μετωπιαίων λοβών.

Πίνακας 4.7: Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για λοιμώξεις του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ)

Λοίμωξη	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών περιοχών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος

SWI (Suscesibility Weight Image)	- Ανάδειξη αποτιτανώσεων, αιμορραγίας και μετουσίωσης του αιμορραγικού υλικού
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	- Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

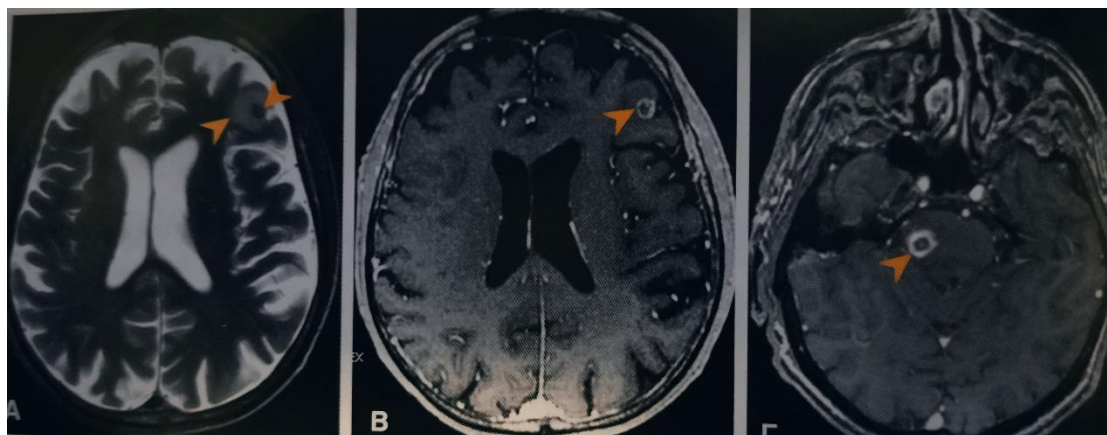
4.7 Όγκοι εγκεφάλου

Ως όγκος ορίζεται ο ανώμαλος και ανεξέλεγκτος πολλαπλασιασμός των κυττάρων μιας περιοχής δημιουργώντας μία μάζα. Ένας όγκος μπορεί να είναι καλοήθης ή κακοήθης. Ο πρώτος διακρίνεται από τον δεύτερο, διότι αναπτύσσεται με πιο αργό ρυθμό, δεν διαπερνά το τοίχωμα των γειτονικών υγρών ιστών και δεν χορηγεί μεταστάσεις. Οι καλοήθεις όγκοι πιέζουν ουσιαστικά του γύρω ιστούς και συνήθως, αν διαγνωσθεί έγκαιρα και αφαιρεθεί δεν προκαλεί θνησιμότητα στους ασθενείς. Αντίθετα, ένας κακοήθης όγκος, αν δεν διαγνωσθεί έγκαιρα σε πρώιμο στάδιο, ώστε να αφαιρεθεί χειρουργικά ή θεραπευτικά (χημειοθεραπεία, ακτινοθεραπεία, ορμονοθεραπεία ή συνδυασμός αυτών), μπορεί να χορηγήσει μεταστάσεις και να προκαλέσει θνησιμότητα. Οι κακοήθεις όγκοι διακρίνονται σε πρωτοπαθείς και δευτεροπαθείς.

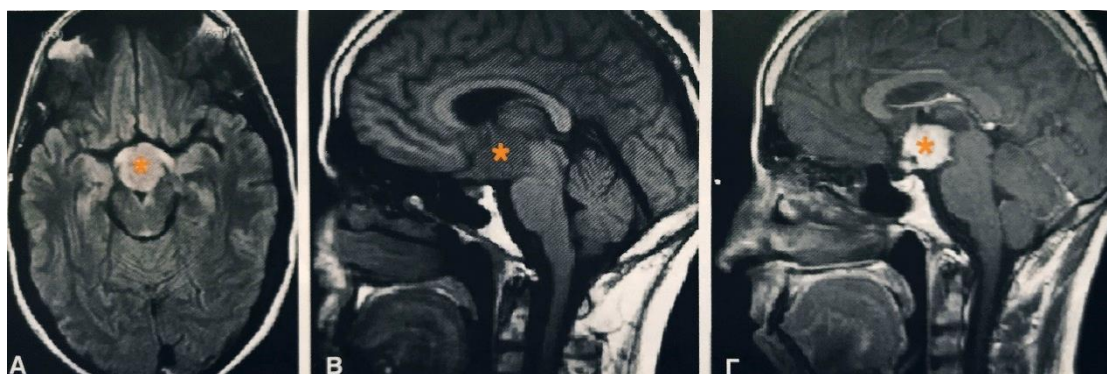
Αξιοσημείωτη είναι η περίπτωση της γλοιωμάτωσης του εγκεφάλου, δηλαδή μια εκτεταμένη νεοπλασματική διήθηση του εγκεφαλικού παρεγχύματος, πάθηση που οφείλεται στα νευρογλοιακά κύτταρα. Διακρίνονται σε αστροκυττώματα γλοιοβλαστώματα, ολιγοδενδρογλοιώματα, μεικτά και επενδεδυμώματα.

Οι όγκοι του εγκεφάλου μπορούν να διαγνωσθούν και να γίνει σταδιοποίησή τους εύκολα με την χρήση μαγνητικής τομογραφίας, για την τέλεση της κατάλληλης θεραπείας. Γίνεται διάγνωση του είδους του όγκου, των διαστάσεων του, ανάδειξη της αγγείωσής του. Για την ανάδειξη των παραπάνω, απαραίτητη προϋπόθεση στο πρωτόκολλο εγκεφάλου της μαγνητικής τομογραφίας είναι η χρήση παραμαγνητικής ουσίας. Επιπλέον, σημαντική είναι και η τεχνική σταθμισμένης διάχυσης, η οποία βοηθάει στην μελέτη της βλάβης που έχει υποστεί η κυτταρική δομή και η απεικόνιση με διάχυση (**Diffusion**) με $b=0$ και $b=1000$ που δείχνει πόσο αίμα φτάνει στο σημείο του όγκου. Επιπλέον, σημαντικές είναι και η φασματοσκοπία που δίνει πληροφορίες για την χημική σύνθεση του όγκου, όπως ακόμη και η λειτουργική μαγνητική

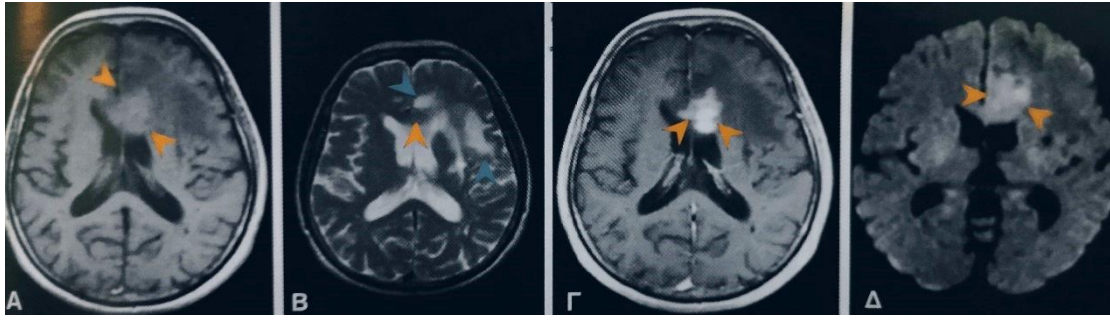
τομογραφία (fMRI) δίνοντας πληροφορίες για τους γειτονικούς υγιείς ιστούς που δεν πρέπει να διαταραχθούν κατά την χειρουργική αφαίρεση του όγκου.[4,7,26,37,38,39]



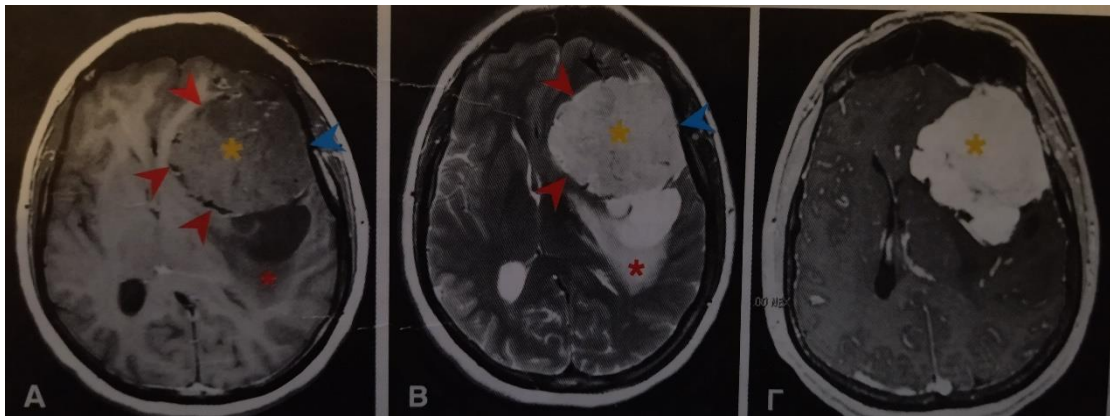
Εικόνα 4.16 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με μεταστατική νόσο από προϋπάρχοντα καρκίνο του πνεύμονα. Στην εικόνα A απεικονίζεται με T2 εγκάρσια ακολουθία μικρή εστία χαμηλού σήματος με περιεδεστικό οίδημα λευκής ουσίας στην υποφλοιώδη χώρα, μετωπιαία αριστερά. Στην εικόνα B παρατηρείται δακτυλιοειδής εμπλουτισμός της βλάβης μετά από χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας, ενώ στην εικόνα Γ αναδεικνύεται και δεύτερη εμποτισμένη βλάβη δεξιά της γέφυρας.



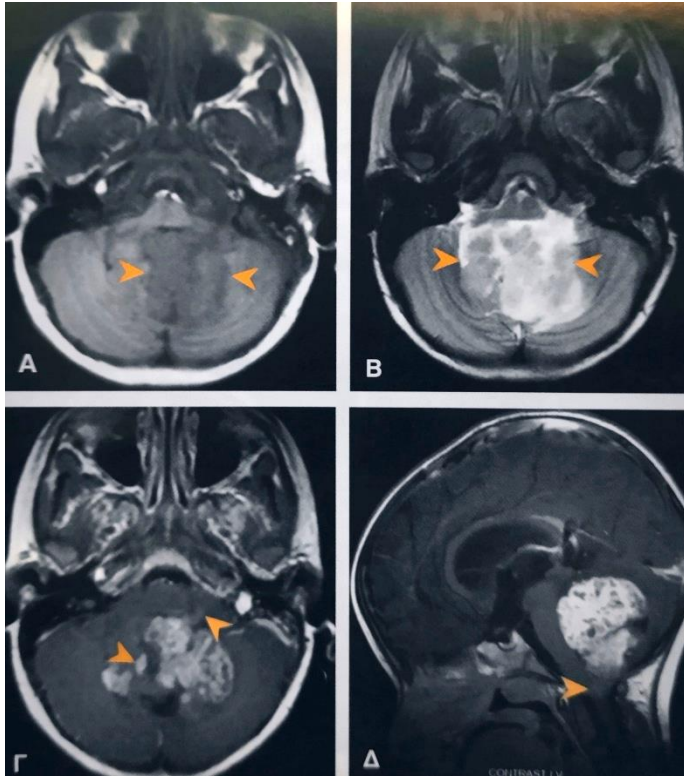
Εικόνα 4.17: Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με γερίνωμα. Υπερεφιπιακά παρατηρείται εξεργασία με υψηλό σήμα στις FLAIR εικόνες (A), χαμηλό σήμα στην T1 ακολουθία (B) που εμπλουτίζεται έντονα μετά τη χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας.



Εικόνα 4.18 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με πρωτοπαθές λέμφωμα. Στην εικόνα Α απεικονίζεται με T1 εγκάρσια ακολουθία εξεργασία μετωπιαία αριστερά με ενδιάμεσο σήμα που διηθεί το μεσολόβιο. Στην εικόνα Β απεικονίζεται στην T2 ακολουθία η εξεργασία με χαμηλό σήμα, ενώ το περιεστικό οίδημα με υψηλό σήμα . Στην εικόνα Γ υπάρχει έντονος εμπλουτισμός της εξεργασίας μετά την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας. Η εικόνα Δ εμφανίζει υψηλό σήμα (ακολουθία διάχυσης).



Εικόνα 4.19 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με ευμέγεθες μηνιγγίωμα. Η μάζα (*) εμφανίζει ενδιάμεσο σήμα στην T1 (Α) και T2 (Β) ακολουθία , λοβωτό περίγραμμα και ευρεία βάση προς την μήνιγγα με παρουσία περιεσσιακού οιδήματος και ψευδοκάψας (βέλη και αστερίσκοι) . Στην εικόνα (Γ) εμφανίζεται έντονος εμπλουτισμός μετά την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας σε T1 ακολουθία.

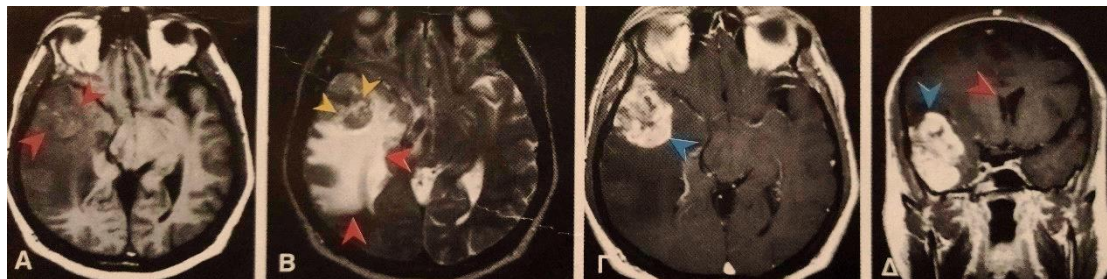


Εικόνα 4.20 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με επενδύωμα. Στην εικόνα A απεικονίζεται σε εγκάρσια T1 ακολουθία ευμεγέθης εξεργασία με χαμηλό σήμα που πληροί την 4^η κοιλία. Στην εικόνα B, η βλάβη σε T2 ακολουθία είναι ανομοιογενής με περιοχές υψηλού και ενδιάμεσου σήματος. Στην εικόνα Γ παρατηρείται έντονος ανομοιογενείς εμπλουτισμός της μάζας σε εγκάρσιες T1 ακολουθία μετά από χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας. Στην εικόνα Δ απεικονίζεται η επέκταση της μάζας δια του τρήματος του Magendie σε οβελιαία T1 ακολουθία μετά την έγχυση παραμαγνητικής ουσίας.



Εικόνα 4.21 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με αναπλαστικό ολιγοδενδρογλοίωμα. Στην εικόνα A απεικονίζεται σε T1 ακολουθία εγκάρσια ακολουθία ,ευμεγέθης μάζα με χαμηλό σήμα (*) που διηθεί το μεσολόβιο και

αιμορραγικές εστίες υψηλού σήματος. Στην εικόνα B απεικονίζονται σε T2 ακολουθία υψηλού σήματος κυστικές περιοχές (βέλη) και περιεσσιακό οίδημα (βέλος). Στην εικόνα Γ απεικονίζεται έντονος ανομοιογενής εμπλουτισμός σε T1 ακολουθία μετά την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας.



Εικόνα 4.22 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με γλοιοβλάστωμα. Στην εικόνα A παρατηρείται σε T1 ακολουθία εγκάρσια τομή, ευμεγέθους ανομοιογενής εξεργασία με χαμηλό σήμα κροταφικά δεξιά πιέζοντας τις πέριξ δομές. Στην εικόνα B, σε T2ακολουθία εγκάρσια τομή, η βλάβη εμφανίζει ανομοιογένεια και εστίες υψηλού σήματος, όπως το περιεσσιακό οίδημα. Στην εικόνα Γ και Δ σε T1 ακολουθία παρατηρείται έντονος και ανώμαλος εμπλουτισμός της βλάβης με χωροκατακτιτική δράση του όγκου πιέζοντας την δεξιά κοιλία.

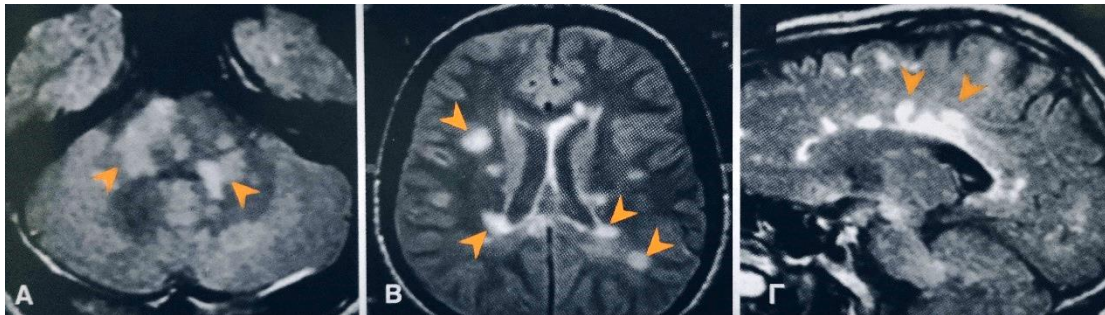
Πίνακας 4.8: Παράμετροι των ακολουθιών για το πρωτόκολλο απεικόνισης για πρωτοπαθείς και δευτεροπαθείς όγκους του εγκεφάλου. [www.radiopaedia.org]

Όγκοι	
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών δομών και πρωτεϊνικών δομών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν

	<p>επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Καταστολή υποδόριου λίπους - Ανάδειξη συμπίεστικών φαινομένων
<p>DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ και χάρτης ADC</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος - Χάρτης ADC : με βάση τις τιμές αυτές στην κλίμακα του γκρι βοηθά στην διαφορική διάγνωση - Δυνατότητα ανάδειξης του βαθμού κακοήθειας
<p>SWI (Suscesibility Weight Image)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη αποτιτανώσεων, αιμορραγίας και μετουσίωσης του αιμορραγικού υλικού
<p>DTI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Μέτρηση διάχυσης σε όλες τις κατευθύνσεις - Ανάδειξη και μελέτη της λευκής ουσίας (όλων των ιών , σε όλο τους το μήκος) / σε συμπίεστικά φαινόμενα λόγω του όγκου υπάρχει αλλοίωσή τους ή μετακίνησή τους.
<p>Functional MRI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη των λειτουργικών εγκεφαλικών περιοχών σε κατάσταση ηρεμίας και διέγερσης
<p>MRS (Spectroscopy)/ Φασματοσκοπία</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη στις μεταβολές των μεταβολιτών(N-ακετυλο-ασπαρτικού οξέος, χολίνη και της κρεατινίνη) και την βιοχημική σύσταση των καρκινικών κυττάρων.
<p>Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Πάντα - Καθορισμός του είδους του όγκου που μελετάται, ανάλογα με τον τρόπο που εμπλουτίζεται ή όχι με το μέσο σκιαγραφικής αντίθεσης
<p>T1 SE (Fat saturation) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ</p>	<p>T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)</p>

4.8 Πολλαπλή Σκλήρυνση (Multiple Sclerosis -MS)

Η πολλαπλή σκλήρυνση είναι μία αυτοάνοση φλεγμονώδης απομυελινωτική νόσος του ΚΝΣ. Χαρακτηρίζεται από τις πολλαπλές πλάκες απομυελίνωσης της λευκής ουσίας και του νωτιαίου μυελού. Οι πρωταρχικές αλλοιώσεις βρίσκονται στους περιαγγειακούς χώρους κατά μήκος των διατριαινουσών φλεβών. Η πολλαπλή σκλήρυνση θεωρείται νόσος της λευκής ουσίας, όμως δεν αποκλείουν να βλάπτονται και περιοχές της φαιάς ουσίας. Η παθολογία της φαιάς ουσίας ξεκινά με την επιρροή της γνωσιακής λειτουργίας. Επιπλέον, η νόσος μπορεί να παρουσιάσει συμπτώματα όπως, ένας συνδυασμός σπαστικής παραπληγίας, τρόμου, διαταραχής ομιλίας, απώλειας όρασης και νυσταγμού. Η ανίχνευση των αλλοιώσεων της πάθησης στην φαιά ουσία με τις συμβατικές τεχνικές της ΜΤ συχνά τείνει να είναι δύσκολη. Για την παθολογία της φαιάς ουσίας, οφείλονται η φλεγμονή των μηνίγγων, η επιλεκτική τρωτότητα υποπληθυσμών νευρώνων, η δυσλειτουργία αναπτυξιακών παραγόντων και μιτοχονδριακές ανωμαλίες. [4,7,40]



Εικόνα 4.23 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου με Σκλήρυνση Κατά Πλάκας (ΣΚΠ). Απεικονίζονται πολλαπλές ωοειδείς και διάσπαρτες εστίες υψηλού σήματος κάθετες στον επιμήκη άξονα των πλάγιων και προς το μεσολόβιο με εικόνες ακολουθίας πυκνότητας πρωτονίων (Α,Β) εγκάρσια και (Β) οβελιαία FLAIR.

Πίνακας 4.9 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για πολλαπλή σκλήρυνση.

[www.radiopaedia.org]

Πολλαπλή Σκλήρυνση	
T1 SE/FS / & με MTC ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών δομών και τυχόν ατροφίας αυτών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου. - MTC: μεταφορά μαγνήτισης για την καταστολή των πρωτεϊνικών μορίων εντός του εγκεφάλου και καλύτερη απεικόνιση των βλαβών
T2 TSE/STIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο. - Μελέτη του οπτικού χιάσματος σε περιπτώσεις υπάρχουσας ΣΚΠ (Οπτική νευρίτις)
DTI (δεσμιδογραφία)	<ul style="list-style-type: none"> - Μέτρηση της διάχυσης σε λες τις κατευθύνσεις - Ανάδειξη της ανατομίας των νευρικών ινών του εγκεφάλου
MRS	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη της βιοχημικής σύστασης των βλαβών και διαφορική διάγνωση των απολιερωτικών βλαβών από άλλες παθήσεις
Functional MRI	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη τυχόν λειτουργικών ανωμαλιών του εγκεφαλικού φλοιού με παθολογικά μοτίβα ενεργοποίησης
T2 FLAIR & SPACE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας (απομυελίνωσης) σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ και χάρτης ADC	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη απομυελινωτικών εστιών, που συνήθως έχουν χαμηλή διάχυση - Χάρτης ADC : με βάση τις τιμές αυτές στην κλίμακα του γκρι βοηθά στην διαφορική διάγνωση
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Απαραίτητο
T1 SE/FS ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

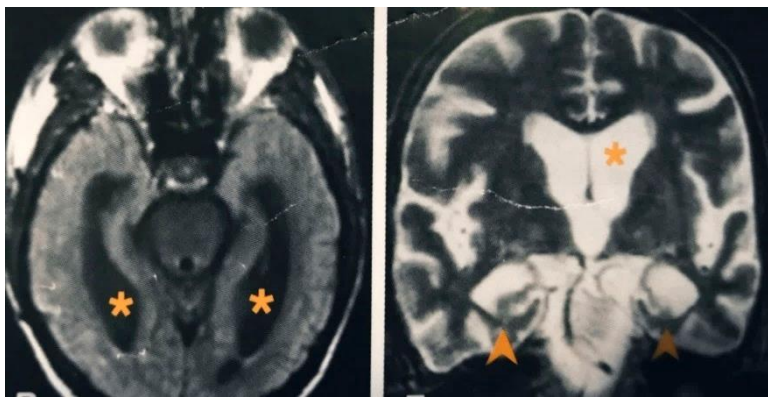
4.9 Νόσος Alzheimer

Η νόσος του Alzheimer αποτελεί μια προοδευτική εγκεφαλική πάθηση, εξαιτίας της μη φυσιολογικής συγκέντρωσης της ταυ πρωτεΐνης, η οποία οφείλεται για την δυσλειτουργία της νευρογλοίας και τον κυτταρικό θάνατο.

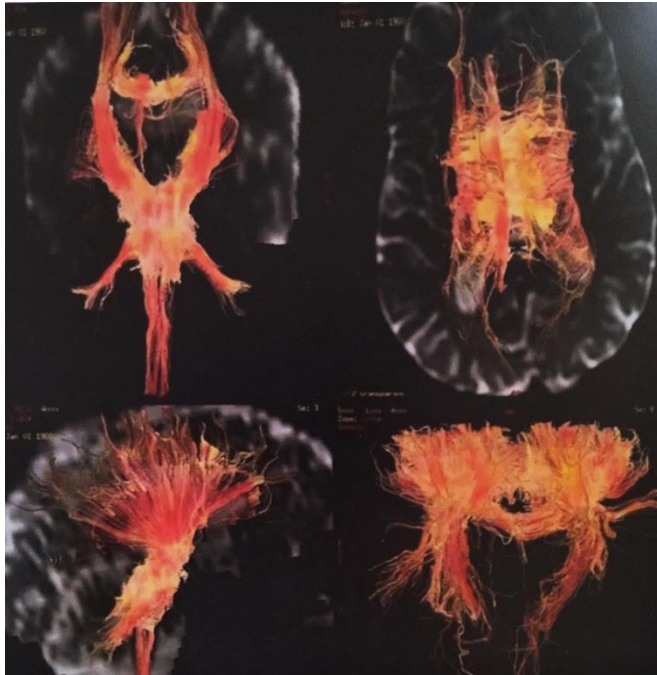
Το κύριο σύμπτωμα της, είναι η μειωμένη ή η απώλεια της πρόσφατης μνήμης ,για την διάγνωση όμως δεν αρκεί μόνο αυτό. Συχνά η άνοια συνοδεύει και άλλα νευροεκφυλιστικά νοσήματα, όπως η νόσος του Πάρκινσον. Ακόμη, υπάρχουν συμπτώματα όπως η επιθετικότητα, η αλλαγή προσωπικότητας.

Για την έγκαιρη διάγνωση της νόσου, σημαντική είναι η συμβολή της λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας.

Χαρακτηριστικό της ασθένειας μακροσκοπικά θεωρείται η βρεγματική και η κροταφική διάχυτη φλοιϊκή ατροφία με διεύρυνση των αυλάκων και δυσανάλογη απώλεια του όγκου κυρίως του ιππόκαμπου. Μικροσκοπικά συναντάται μη φυσιολογική συγκέντρωση πρωτεΐνης ταυ, απώλεια νευρώνων, γλοίωση, γεροντικές πλάκες, σωμάτια Hirano, εκφύλιση των νευρώνων και αμυλοειδής εκφύλιση. [4,7,41,42,43]

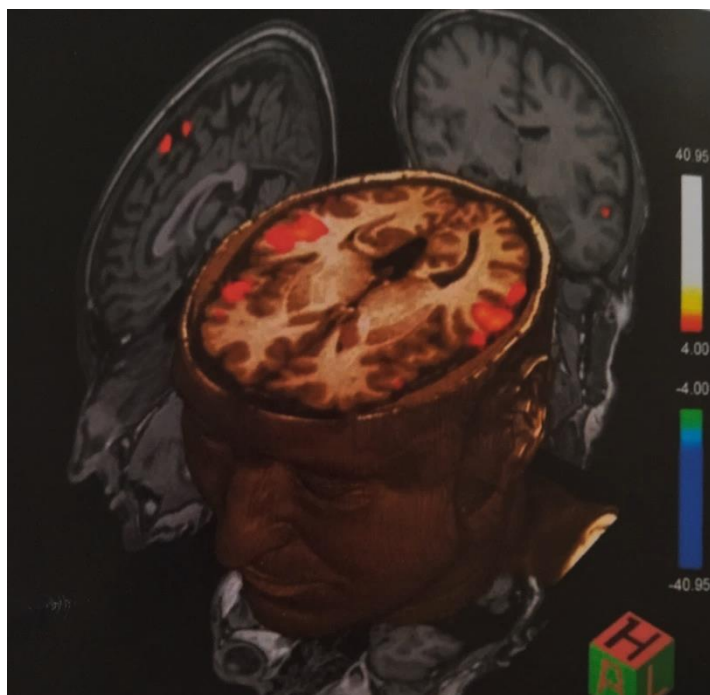


Εικόνα 4.24 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας σε ασθενή με νόσο Alzheimer. Στην εγκάρσια FLAIR εικόνα (αριστερά) και στη στεφανιαία T2 εικόνα (δεξιά) παρατηρείται διεύρυνση των πλαγίων κοιλιών και ατροφία των κροταφικών λοβών , κυρίως των ιππόκαμπων.



Εικόνα 4.25 : 3D απεικόνιση και ανακατασκευή των εικόνων από τον ταυστή διάχυσης με συμπίεση εικόνων κλασικής μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου, για την ανάδειξη τυχούσας Ανισοτροπία των νευρικών ινών. Με πορτοκαλί χρώμα απεικονίζονται οι ομάδες νευρώνων και την αρχιτεκτονική τους στον χώρο, ενώ οι άλλες αποχρώσεις εμφανίζουν την πυκνότητα των νευρώνων και τυχόν καταστροφή των μικροδομών του εγκεφάλου.

[Μητροπούλου Φ. Τεχνικές διάγνωσης της νόσου Αλτσχάιμερ με fMRI , Αθήνα 2015, Διπλωματική εργασία]



Εικόνα 4.26: Λειτουργική απεικόνιση του εγκεφάλου σε όλες τις διαστάσεις. Οι περιοχές που αιματώνονται απεικονίζονται με πορτοκαλί χρώμα.. Ο κορεσμός του χρώματος αντιστοιχεί στην ένταση του σήματος που λαμβάνει ο εγκέφαλος και τον βαθμό ενεργοποίησης του συγκεκριμένου μέρους του εγκεφάλου που απεικονίζεται.

[Μητροπούλου Φ. Τεχνικές διάγνωσης της νόσου Αλτσχάιμερ με fMRI , Αθήνα 2015, Διπλωματική εργασία]

Πίνακας 4.10: Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για τη νόσο του Alzheimer.

[www.radiopaedia.org]

Alzheimer	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών περιοχών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της

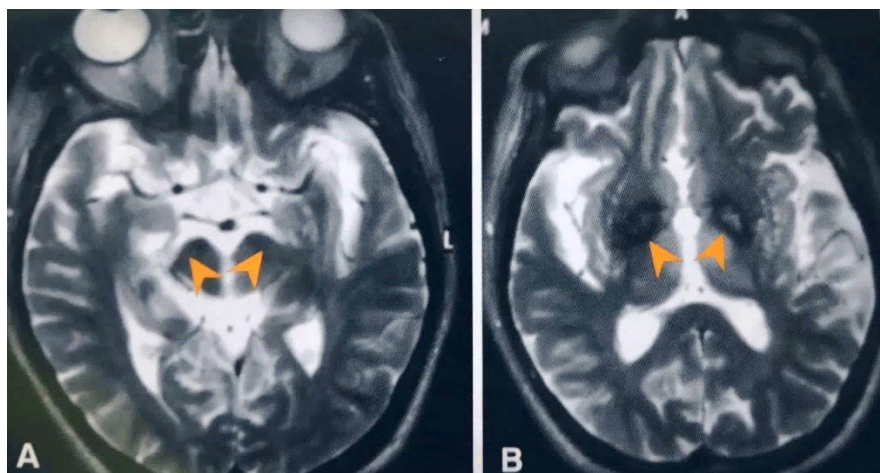
ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους
Functional MRI	- Ανάδειξη και μελέτη τυχόν λειτουργικών ανωμαλιών του εγκεφαλικού φλοιού με παθολογικά μοτίβα ενεργοποίησης
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου, αιμορραγίας ή οιδήματος
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	- Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

4.10 Νόσος του Πάρκινσον (Parkinson Disease -PD)

Με την νόσο του Πάρκινσον, γίνεται λόγος για ένα βραδύ εκφυλισμό από πρωτογενή διαταραχή, στο συμπαγές τμήμα της μέλαινας ουσίας, δηλαδή ένας συνδυασμός φαιοχρωμων κυττάρων, την μελανίνη. Αυτή, βοηθά στην παραγωγή της ντοπαμίνης, την βασική ουσία εκτέλεσης των εγκεφαλικών λειτουργιών, αλλά και της διεκπεραίωσης μιας κίνησης αφότου αποφασισθεί στον μετωπιαίο λοβό. Η απώλεια της ντοπαμίνης, δημιουργεί την πάθηση αυτή, με εμφάνιση παθολογίας στην μέλαινα ουσία, τον κερκοφόρο και φακοειδή πυρήνα.

Το κύριο σύμπτωμα της νόσου είναι το τρέμουλο- τρόμος, λόγω της έλλειψης ντοπαμίνης, οδηγώντας τον πάσχοντα ακόμη και σε αφασία, απραξία, αγνωσία.

Η μαγνητική τομογραφία, στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιείται για τον αποκλεισμό άλλων αιτιών που προκαλούν παρόμοια συμπτώματα στον ασθενή, αλλά είναι σημαντική δηλαδή ελέγχει τη συσσώρευση σιδήρου στη μέλαινα ουσία του εγκεφάλου. [4,7,44]



Εικόνα 4.27 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με νόσο του Parkinson. Στις εγκάρσιες εικόνες T2 (A,B) απεικονίζεται λεπτόνωση και χαμηλό σήμα της μέλαινας ουσίας και χαμηλό σήμα των φακοειδών πυρήνων (βέλη).

Πίνακας 4.11 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για τη νόσο του Parkinson. [www.radiopaedia.org]

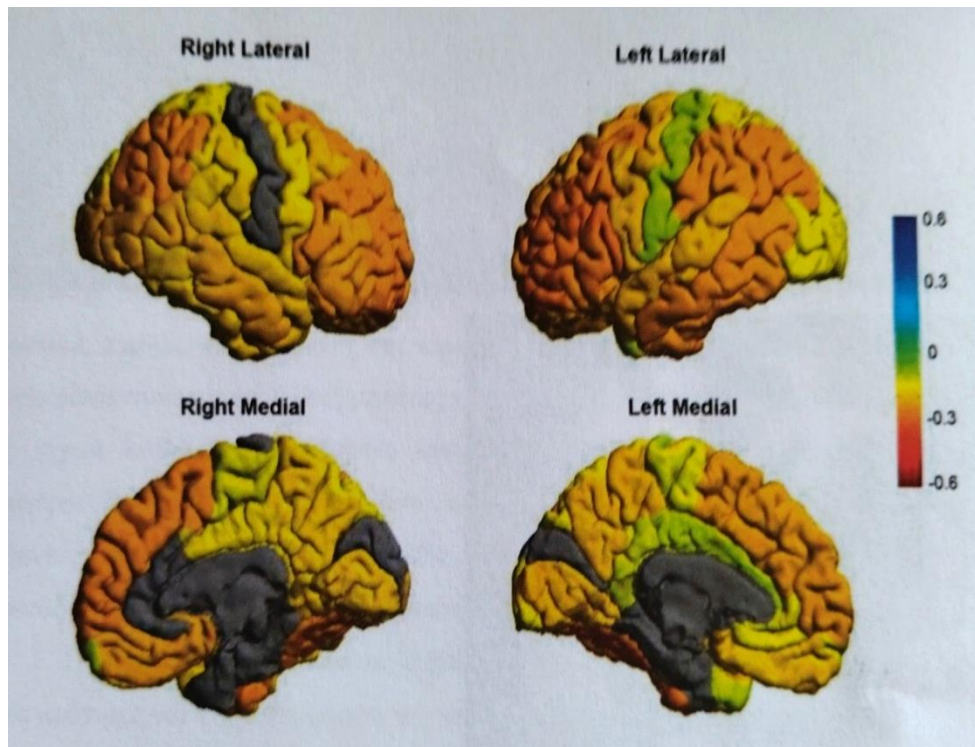
Parkinson	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών περιοχών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 ΤΣΕ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους
Functional MRI	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη τυχόν λειτουργικών ανωμαλιών του

	εγκεφαλικού φλοιού με παθολογικά μοτίβα ενεργοποίησης
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	- Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

4.11 Ψυχιατρικά νοσήματα

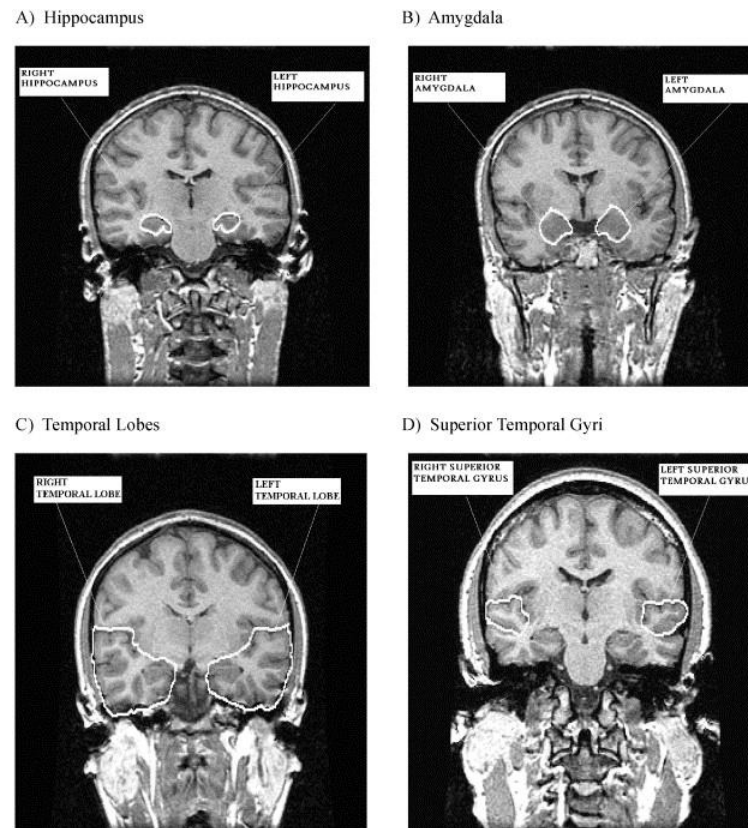
Ψυχιατρικά νοσήματα είναι τα νοσήματα που περιλαμβάνουν ένα μοτίβο σκέψης και συμπεριφοράς του ατόμου που αποκλίνει από το φυσιολογικό. Η ανικανότητα που προέρχεται από την διαταραχή της ομαλής ψυχικής ισορροπίας προκαλεί πόνο, σύγχυση και αδυναμία του ατόμου να ανταπεξέλθει σε προσωπικό και κοινωνικό επίπεδο στις καθημερινές του ανάγκες και συνήθειες. Μια τέτοια πάθηση, μπορεί να οφείλεται σε διάφορες επιπλοκές και δυσλειτουργίες του εγκεφάλου, που οδηγούν σε αρνητικές επιπτώσεις στην αντίληψη, στο συναίσθημα, αλλά και στον τρόπο που σκέφτεται και αντιδρά το άτομο που νοσεί. Τέτοια συμπτώματα μπορεί αν είναι η εσωστρέφεια, η απομόνωση, η αδιαφορία, ο φόβος, η μελαγχολία ,η έλλειψη ενδιαφέροντος και κοινωνικότητας, οι μεταβολές της αντίληψης, το άγχος για τη ζωή, συχνές κεφαλαλγίες, κρίσεις πανικού, επιθετικότητα, αδυναμία συγκέντρωσης, διαταραχές συναισθήματος, ψευδαισθήσεις/παραισθήσεις, εμμονές και αυτοκαταστροφικές τάσεις.

Ενδεικτικά, τέτοια νοσήματα είναι η κατάθλιψη (μείζων, ελάσσων και συγκαλυμμένη), οι διπολικές διαταραχές (μανιοκαταθλιπτική νόσος –κυκλοθυμία), οι ψυχώσεις και τέλος η σχιζοφρένεια.[7,45,46]



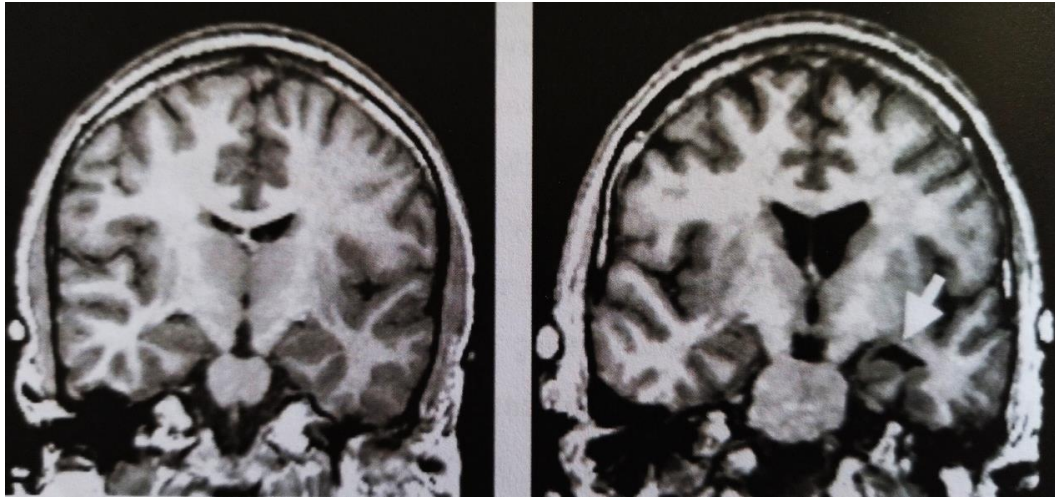
Εικόνα 4.28 : Εικόνες εγκεφάλου διπολικών ασθενών. Οι διπολικοί ασθενείς τείνουν να έχουν μειώσεις της γκρίζας ύλης στις μετωπιαίες περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στον αυτοέλεγχο (πορτοκαλί χρώμα), ενώ οι αισθητικές και οπτικές περιοχές είναι φυσιολογικές (γκρίζα χρώματα).

[Technology Networks Neuroscience News & Research. MRI Study of Bipolar Sufferers Reveals Structural Difference. University of Southern California. 2017.]



Εικόνα 4.29 : Στεφανιαίες τομές εγκεφάλου με μαγνητική τομογραφία σε μελέτη ασθενών με διπολική διαταραχή. Εικόνα Α. Ιππόκαμπος Εικόνα Β. Αμυγδαλή Εικόνα C. Κροταφικός λοβός Εικόνα D. Ανώτερη κροταφική έλικα

[Brambilla P. Harenskia K. Nicoletti M., Sassia, R., Mallinger A, Franka E. Kupfer D. Keshavana M. Soares, J. MRI investigation of temporal lobe structures in bipolar patients. Journal of Psychiatric Research.]



Εικόνα 4.30 : Στεφανιαίες τομές 1.5mm ενός φυσιολογικού ασθενούς (αριστερά) και ενός σχιζοφρενικού ασθενούς (δεξιά) με μαγνητική τομογραφία.

Στην στεφανιαία εικόνα του σχιζοφρενικού ασθενούς παρατηρείται αυξημένο εγκεφαλονωτιαίο υγρό (μαύρο χρώμα) στην αριστερή σχισμή του Sylvius και στο αριστερό κροταφικό κέρας που περιβάλλει την αμυγδαλή (βέλος). Οι πλευρικές κοιλίες είναι διευρυμένες στην εικόνα του ασθενούς, όπως απεικονίζεται στο κέντρο της εικόνας.

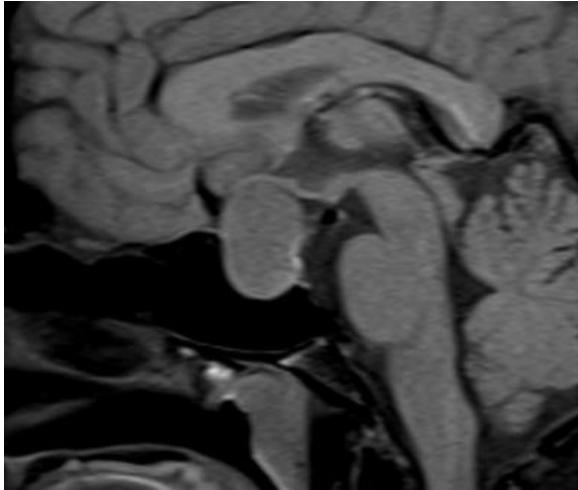
[New England Journal of Medicine, Shenton ME, Kikinis R, Jolesz FA SD, LeMay M, Wible CG, Hokama H, Martin J, Metcalf D, Coleman M, McCarley RW, 327,602,1992, Copyright (1992), Ιατρική Εταιρεία της Μασαχουσέπης.]

Πίνακας 4.12 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης για τα ψυχιατρικά νοσήματα. [www.radiopaedia.org]

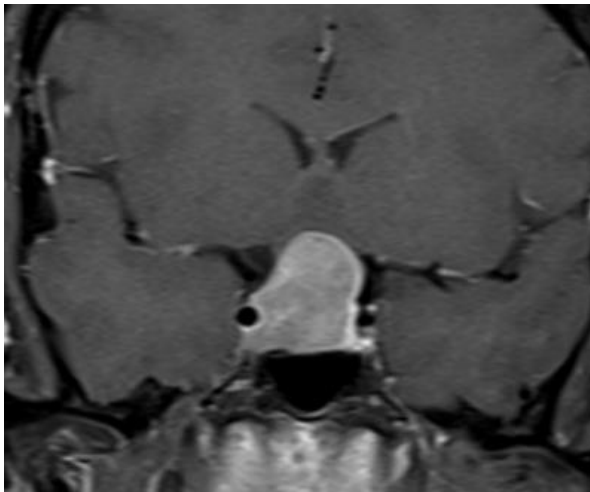
Ψυχιατρικά νοσήματα	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών περιοχών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου.
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη παθολογίας σε περιοχές κοντά στις κοιλίες και κατά μήκος της αραχνοειδούς μήνιγγας (το ENY λόγω του αυξημένου σήματός του, δεν επιτρέπει την ακριβή μελέτη των γειτονικών περιοχών του). - Καταστολή υποδόριου λίπους
Functional MRI	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη τυχόν λειτουργικών ανωμαλιών του εγκεφαλικού φλοιού με παθολογικά μοτίβα ενεργοποίησης
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

4.12 Παθήσεις υποφύσεως

Η υπόφυση είναι ένας ενδοκρινής αδένας που εντοπίζεται στην βάση του κρανίου και με υποθάλαμο βοηθούν στην σωστή λειτουργία όλων των περιφερικών ενδοκρινών αδένων. Οι ορμόνες που παράγει, βοηθούν στην ρύθμιση σημαντικών λειτουργιών, όπως, η ανάπτυξη του σώματος, η αρτηριακή πίεση, η αναπαραγωγή κτλ. Παθήσεις της υποφύσεως αποτελούν η υποφυσιακή ανεπάρκεια και τα αδενώματα.[4,26,47,48]



*Εικόνα 4.31 : Αδένωμα υποφύσεως σε εικόνα προσανατολισμού T1 , οβελιαίου επιπέδου
[www.mrimaster.com]*



*Εικόνα 4.32: Αδένωμα υποφύσεως σε εικόνα T1 προσανατολισμού , στεφανιαίου
επιπέδου μετά από χορήγηση ΜΣΑ.
[www.mrimaster.com]*

Πίνακας 4.13: Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης της υπόφυσης

[www.radiopaedia.org]

Υπόφυση	
T1 SE /TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών δομών - SE: ακολουθία με μεγάλη αντίθεση μεταξύ λευκής και φαιάς ουσίας του εγκεφάλου. - TSE: ανάδειξη υπόφυσης ή γειτονικών δομών με παθολογία
T2 TSE (dark fluid) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
MRS	<ul style="list-style-type: none"> - Υπολογισμός και μελέτη των συγκεντρώσεων των μεταβολιτών για την διαφορική διάγνωση τυχόν νεοπλασιών
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ και χάρτης ADC	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος και αδενωμάτων . - Χάρτης ADC : με βάση τις τιμές αυτές στην κλίμακα του γκρι βοηθά στην διαφορική διάγνωση
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Δυναμική ακολουθία
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Δυναμικές και μη δυναμικές - Ανίχνευση αδενωμάτων υποφύσεως και πάχυνσης του μίσχου

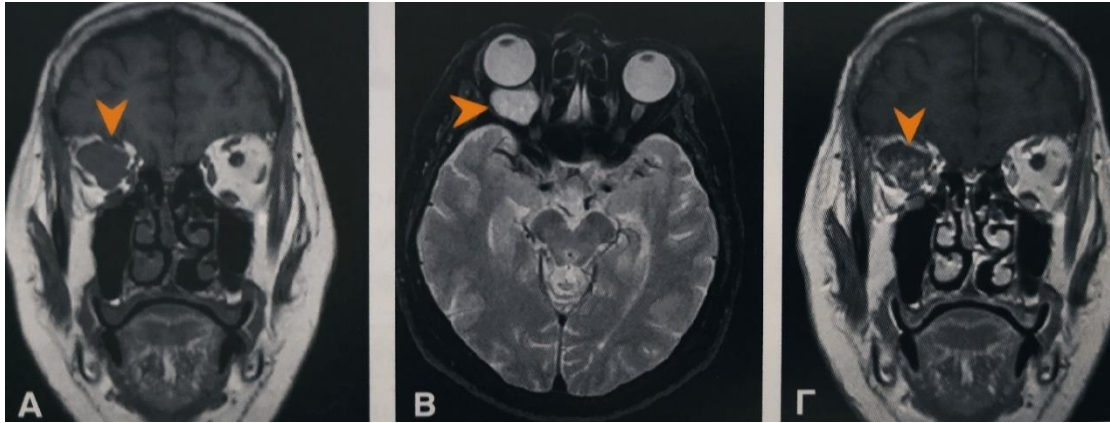
4.12 Παθήσεις οφθαλμών

Οι οφθαλμικοί κόγχοι, περιέχουν στις οστέινες δομές τους, τους οφθαλμικούς βολβούς και τους βοηθητικούς σχηματισμούς , όπως τους οφθαλμικούς μυς, το λιπώδες σώμα, τα βλέφαρα, τους αδένες και τον επιπεφυκότα. Όπως όλες οι δομές του κρανίου, έτσι και οι οφθαλμοί παρουσιάζουν μια σειρά από διάφορες παθήσεις που μπορούν να

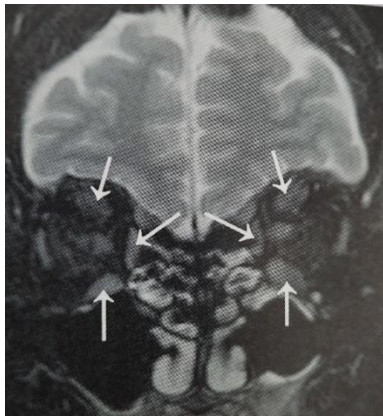
διαγνωσθούν και με την εξέταση της μαγνητικής τομογραφίας, οι οποίες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.[4,26,49]

Πίνακας 4.14 : Παθήσεις των οφθαλμών

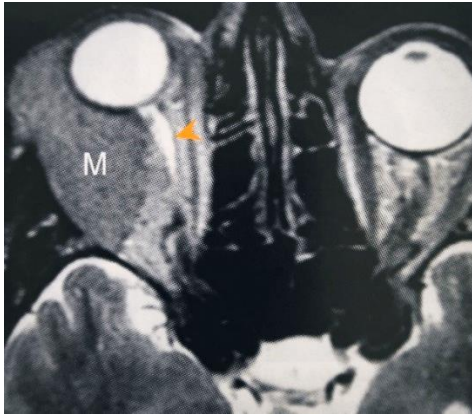
Φλεγμονή του οφθαλμικού κόγχου	<ul style="list-style-type: none"> - Βακτηριακή λοίμωξη - Ιδιοπαθής φλεγμονή του κόγχου - Ενδροκρινής (θυροειδικός) εξόφθαλμος - Οπτική νευρίτις
Τραύμα του κόγχου	<ul style="list-style-type: none"> - Ξένα σώματα
Αγγειακές βλάβες	<ul style="list-style-type: none"> - Τριχοειδικό αιμαγγείωμα - Σηραγγώδες αιμαγγείωμα - Λεμφαγγείωμα - Κιρσός - Καρωτιδικό-σηραγγώδες συρίγγιο
Όγκοι (καλοήθειες-κακοήθειες)	<ul style="list-style-type: none"> - Μελάνωμα - Χοριοειδικό αιμαγγείωμα - Ρετινοβλάστωμα - Κύστεις - Μεταστάσεις από μακρινές πρωτοπαθείς κακοήθειες
Άλλες αιτίες	<ul style="list-style-type: none"> - Ασβεστώσεις του βολβού - Ανωμαλίες σχηματισμού του βολβού
Ανατομικές παραλλαγές στην ρινική κοιλότητα	<ul style="list-style-type: none"> - Κυψέλες του Haller - Απόκλιση της αγκιστροειδούς απόφυσης - Παραμόρφωση του ρινικού διαφράγματος (σκολίωση)
Συγγενείς ανωμαλίες	<ul style="list-style-type: none"> - Εγκεφαλοκήλη - Ατρησία της χοάνης - Ρινικά δερμοειδή – επιδερμοειδή
Παραρρινοκολπίτις	<ul style="list-style-type: none"> - Οξεία - Χρόνια - Αλλεργική - Μυκητιασική - Κοκκιωματώδης



Εικόνα 4.33 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με κοχχικό αιμαγγείωμα. Παρατηρείται οπισθοβολβική μάζα με ενδιάμεσο σήμα στην T1 ακολουθία – στεφανιαία τομή (A), υψηλό σήμα στην T2 ακολουθία - εγκάρσια τομή (B) και υψηλό σήμα στην T1 ακολουθία – στεφανιαία τομή- μετά την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας (Γ).



Εικόνα 4.34 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με θυρεοειδική οφθαλμοπάθεια (νόσος του Graves). Παρατηρείται πάχυνση του κάτω, έσω και άνω ορθού οφθαλμικού μύος σε στεφανιαία τομή T2 ακολουθίας.



Εικόνα 4.35 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με λέμφωμα οφθαλμικού κόγχου. Παρατηρείται μάζα στο έξω τμήμα του κόγχου με σήμα υψηλότερου σήματος σε σχέση με τους μύες που παρεκτοπίζει τον οφθαλμικό βολβό και το οπτικό νεύρο προς την μέση γραμμή (βέλος), σε εγκάρσια τομή T2 ακολουθίας.

Πίνακας 4.15 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης των οφθαλμικών κόγχων.
[www.radiopaedia.org]

Οφθαλμικοί κόγχοι	
T1 TSE /T1 SE FS/ STIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών δομών - TSE: μελέτη του οπτικού χιάσματος και των οπτικών νεύρων - SE FS: Ανάδειξη ανατομίας και βλαβών των μυών και των οφθαλμικών βολβών - STIR: Ανάδειξη και μελέτη σε λεπτές τομές του οπτικού χιάσματος, και παθολογίας των οπτικών νεύρων
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ και χάρτης ADC	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος

	- Χάρτης ADC : με βάση τις τιμές αυτές στην κλίμακα του γκρι βοηθά στην διαφορική διάγνωση
MRS	- Ανάδειξη και μελέτη τυχόν οφθαλμικών όγκων - Μελέτη των συγκεντρώσεων των μεταβολιτών του εγκεφάλου
Functional MRI	- Ανάδειξη και μελέτη του φλοιού του οπτικού πεδίου
3D TOF MRA /PCA	- Έλεγχος απόφραξης των αγγείων ή ρήξης στην περιοχή του οφθαλμού
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	- Αν χρειαστεί
T1 SE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 MPRAGE 3D ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

4.14 Παθήσεις ακουστικών πόρων

Ορισμένες παθήσεις που αφορούν τους ακουστικούς πόρους (ωτοί) είναι το αιμάτωμα πτερυγίου, ωτίτιδα, απόφραξη από κυψελίδα ή ξένα σώματα, μαστοειδίτιδα, λαβυρινθίτιδα, ακουστικό νευρίνωμα και ίλιγγος. Τα συμπτώματα που περιγράφονται είναι άλγος, ζάλη, προβλήματα ακοής (εμβοές ή απώλεια ακοής) ή ισορροπίας κτλ. [4,26]



Εικόνα 4.36 : Εικόνα μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με οξεία μέση ωτίτιδα ή μαστοειδίτιδα. Παρατηρείται φλεγμονώδες υλικό με σήμα υψηλής έντασης σε

εγκάρσια τομή T2 ακολουθίας , στις ΔΕ μαστοειδής κυμέλες , ενώ παρατηρείται φυσιολογική πνευμάτωση των ΑΡ μαστοειδών κυψελών.

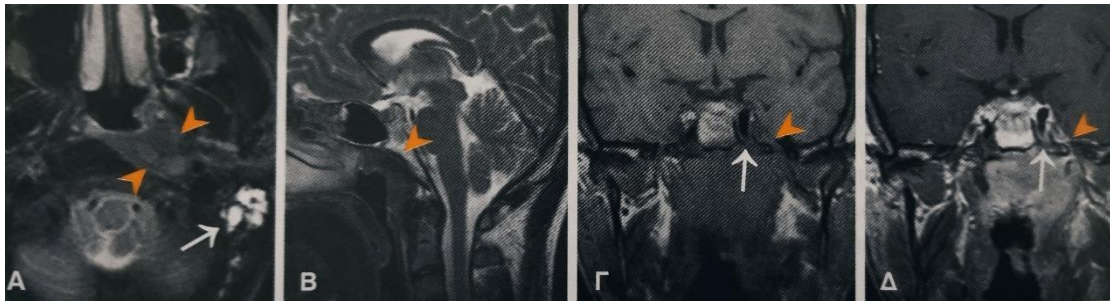
Πίνακας 4.16 : Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης των ακουστικών πόρων.

[www.radiopaedia.org]

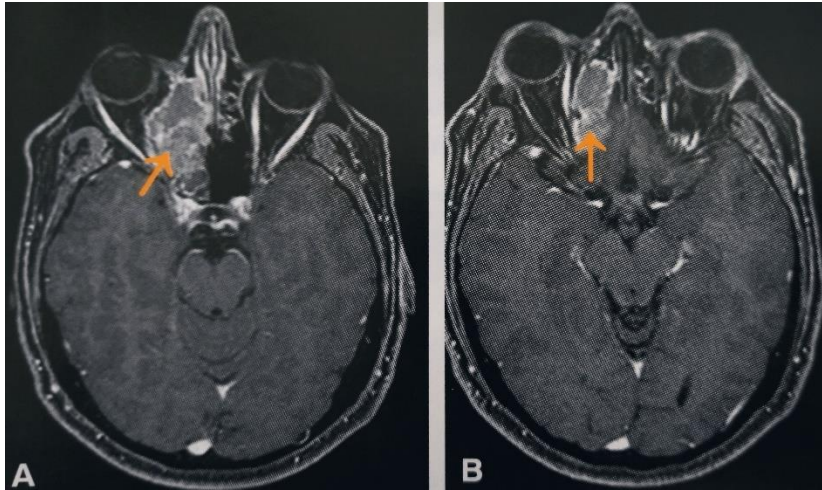
Ακουστικοί πόροι	
T1 TSE /T1 SE FS/ STIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη ανατομικών δομών - TSE: μελέτη τυχόν βλαβών εντός των ακουστικών πόρων - SE FS: Ανάδειξη ανατομίας και βλαβών - STIR: Ανάδειξη και μελέτη σε λεπτές τομές του οπτικού χιάσματος, και παθολογίας των οπτικών νεύρων
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη υπάρχοντος αιμορραγίας, οιδήματος ή χολοστεατώματος. -
T2 TSE SPACE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη μικρών βλαβών και αλλοιώσεων της περιοχής με υψηλή αντίθεση
3D T1 FIESTA ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	<ul style="list-style-type: none"> - Ανάδειξη και μελέτη των εγκεφαλικών νεύρων
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Αν χρειαστεί
T1 SE/FS ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE /FS όλων των επιπέδων

4.15 Παθήσεις σπλαχνικού - προσωπικού κρανίου

Αναφέροντας τις παθήσεις του προσωπικού κρανίου, εννοούνται όλες εκείνες οι παθήσεις που αφορούν τις ανατομικές περιοχές της βάσης του κρανίου όπως, το ρινοφαρυγγικό σύστημα, οι παραρρινικές κοιλότητες κτλ. Η εξέταση της μαγνητικής τομογραφίας επικεντρώνεται με λεπτές και εξαιρετικά λεπτομερείς τομές στις πολύπλοκες αυτές ανατομικές δομές του κρανίου για την διάγνωση τυχόν παθήσεων.[4,26]



Εικόνα 4.37:Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου σε ασθενή με καρκίνωμα του ρινοφάρυγγα. Παρατηρείται σε εγκάρσια τομή T2 ακολουθίας (Α) μάζα στο Αρ πλάγιο φαρυγγικό κόλπωμα, κατακράτηση εκκρίσεων στις σύστοιχες μαστοειδείς κυψέλες (λευκό βέλος), λόγω δυσλειτουργίας της ευσταχιανής σάλπιγγας. Επιπλέον, παρατηρείται σε οβελιαία τομή T2 ακολουθίας, ερχόμενη διάβρωση του αποκλίματος από τον όγκο (Β), ενώ σε T1 ακολουθία χωρίς (Γ) και με (Δ) χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας, η μάζα εμφανίζει μετρίου βαθμού σκιαγραφική ενίσχυση.



Εικόνα 4.38 : Εικόνες μαγνητικής τομογραφίας με καρκίνωμα ρινικής κοιλότητας. Παρατηρείται σε εγκάρσιες τομές μετά από την χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας, μάζα στην ΔΕ ρινική κοιλότητα με επέκταση στις ηθμοειδείς κυψέλες και στον σύστοιχο οφθαλμικό κόγχο

Πίνακας 4.17: Ακολουθίες για το πρωτόκολλο απεικόνισης του σπλαχνικού κρανίου. [www.radiopaedia.org]

Σπλαχνικό κρανίο	
T1 SE /TSE/ FS ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη ανατομικών περιοχών
T2 TSE ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη και μελέτη παθολογικών δομών με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. - TSE T2W: Παρέχουν λίγο καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα σε μικρότερο χρόνο.
T2 FLAIR ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Καταστολή υποδόριου λίπους

“Απεικόνιση του εγκεφάλου με Μαγνητική τομογραφία”

DWI (Diffusion Weight Image) ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	- Ανάδειξη υπάρχοντος ισχαιμικού εμφράκτου , αιμορραγίας ή οιδήματος
Μέσο Σκιαγραφικής Αντίθεσης (IV)	- Αν χρειαστεί
T1 SE/FS ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΒΕΛΙΑΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	T1 SE όλων των επιπέδων ή T1 FS ακολουθία (προ και μετά του ΜΣΑ)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η απεικόνιση μιας ανατομικής περιοχής του σώματος με μαγνητικό συντονισμό, δηλαδή η Μαγνητική Τομογραφία, βασίζεται στις αντιδράσεις ενός βιολογικού υλικού όταν βρεθεί εντός μαγνητικού πεδίου, δηλαδή στην μαγνητική του επιδεκτικότητα. Με την κατάλληλη ρύθμιση του μαγνητικού τομογράφου από τον τεχνολόγο ακτινολόγο, καταγράφονται διαφορετικές λήψεις, δηλαδή τις ακολουθίες. Συνήθεις ακολουθίες είναι οι T1, T2, πυκνότητας πρωτονίων, FLAIR, DWI, καθώς και τεχνικές απεικόνισης των αγγείων του Κεντρικού νευρικού συστήματος και στις τρεις διαστάσεις του χώρου (εγκάρσιες, οβελιαίες, στεφανιαίες τομές). Η ενδοφλέβια χορήγηση παραμαγνητικής ουσίας, ως σκιαγραφικό μέσο, είναι χρήσιμη για την απεικόνιση των εγκεφαλικών αγγείων, αλλά και για την απεικόνιση των εγκεφαλικών περιοχών με διαταραχή του αιματο-εγκεφαλικού φραγμού, κυρίως στις T1 ακολουθίες, με πολύ μικρότερο κίνδυνο χημειοτοξικών ή αλλεργικών αντιδράσεων, σε αντίθεση με τα ιωδιούχα σκιαγραφικά μέσα που χρησιμοποιούνται στην αξονική τομογραφία.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η διαμόρφωση του πρωτοκόλλου για την διεξαγωγή της εξέτασης μιας μαγνητικής τομογραφίας, εξαρτάται από την περίπτωση του κάθε ασθενούς και δεν υπάρχει το «ιδανικό πρωτόκολλο». Η επιλογή των ακολουθιών εξαρτάται από τις πληροφορίες του θεράποντος κλινικού ιατρού, την σωστή συμπλήρωση του παραπεμπτικού, την σωστή λήψη του ατομικού κλινικού ιστορικού, καθώς και από την παθολογία που θα προκύψει κατά την λήψη των εικόνων του εξεταζόμενου.

Η μαγνητική τομογραφία θεωρείται μια από τις πιο ασφαλείς μεθόδους νευρο-απεικόνισης, επειδή «εκμεταλλεύεται» το φαινόμενο του βιολογικού μαγνητισμού, χωρίς να χρειάζεται η χρήση της ακτινοβολίας, όπως στην αξονική τομογραφία και στην κλασσική ακτινολογία. Ωστόσο, γίνεται εξαιρετικά επικίνδυνη μέθοδος όταν ο εξεταζόμενος φέρει μεταλλικά στοιχεία στο σώμα του και μη συμβατά με τον μαγνήτη, όπως: ξένο μεταλλικό σώμα, βηματοδότη, μεταλλικά stends, καρδιακές-εγκεφαλικές βαλβίδες, λάμες ή βίδες στο σώμα από κάποιο πιθανό κάταγμα κτλ. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται βεβαίωση από τον κατασκευαστή και τον θεράπων ιατρό για την συμβατότητα των υλικών που φέρει ο εξεταζόμενος για την είσοδό του σε μαγνητικό τομογράφο. Σε κάθε τυχόν απορία πρέπει να υπάρχει συνεννόηση με τον αρμόδιο ακτινοφυσικό του τμήματος.

Σημαντικό παράγοντα για την διεξαγωγή μιας εξέτασης μαγνητικής τομογραφίας, είναι η σωστή ενημέρωση και συνεργασία του εξεταζόμενου. Έτσι, γίνεται ενημέρωση της ώρας που διαρκεί η εξέταση (συνήθως 30 λεπτά) και για αφαίρεση όλων των εξωτερικών μεταλλικών στοιχείων του, πριν μπει στον χώρο της εξέτασης. Ο εσωτερικός χώρος του τομογράφου είναι αρκετά στενός και αρκετοί εξεταζόμενοι νιώθουν άγχος, αίσθημα κλειστοφοβίας, κρίσεις πανικού- ταχυκαρδία, με αποτέλεσμα την κίνηση του σώματος και μη συνεργασία.

Η εξέταση με μαγνητική τομογραφία παρέχει σαφήνεια της απεικόνισης του εγκεφαλικού παρεγχύματος, κυρίως του οπίσθιου κρανιακού βόθρου και του στελέχους, καθώς και των βλαβών της λευκής ουσίας. Διαθέτει επιπρόσθετες δυνατότητες τρισδιάστατης ανασυγκρότησης των εικόνων του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Η απεικόνιση με μαγνητικό συντονισμό αποτελεί σήμερα τον πιο έγκυρο τρόπο για να απεικονισθεί μια ανατομική περιοχή του εγκεφάλου, επειδή παρέχει υψηλή διακριτική ικανότητα των ανατομικών δεδομένων. Πρώτα, η λειτουργική μελέτη του εγκεφάλου πραγματοποιούνταν με τεχνικές όπως το εγκεφαλογράφημα ή η τομογραφία με χρήση ποζιτρονίων με ραδιοφάρμακο, προσφέροντας έτσι εικόνες χαμηλής διακριτικής ικανότητας και αποδίδουν με χαμηλή ανάλυση.

Ταχύτατη ήταν η εξέλιξη της μαγνητικής τομογραφίας στο χρόνο, κυρίως στα πεδία της απεικόνισης. Για τον λόγο αυτό, η ανακάλυψη και χρήση νέων μεθόδων και τεχνικών απεικόνισης, έχει γίνει εφικτή η μη επεμβατική μελέτη της ενεργοποίησης του φλοιού με χωρική διακριτική ικανότητα μικρότερης του ενός δευτερολέπτου και με χρονική διακριτική ικανότητα ελάχιστον χιλιοστών mm. Όλοι οι προαναφερθείς παράγοντες, δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες, ώστε η μαγνητική τομογραφία να επιλέγεται στην απεικόνιση πολλών παθήσεων του εγκεφάλου.

Στην απεικόνιση των νευροεκφυλιστικών νοσημάτων του εγκεφάλου, όπως νόσος Parkinson και όσων εμφανίζουν διαταραχή της δομής και της λειτουργίας των νευρώνων, τα παθολογικά ευρήματα είναι συγκεκριμένα για κάθε νόσο και οι ακολουθίες που θα λαμβάνονται είναι οι βασικές, ώστε να αναδειχθούν οι αναμενόμενες βλάβες. Όμως, με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αποκλειστούν από άλλα παθολογικά ευρήματα που μπορεί να παρουσιάζουν παρόμοια συμπτώματα με κάποιο νευροεκφυλιστικό νόσημα και για την ακριβέστερη μελέτη και διάγνωση των ευρημάτων μπορεί να ζητηθούν επιπλέον ακολουθίες. Ακόμη, συμβάλλουν στην έγκαιρη διάγνωση πολλών νευροεκφυλιστικών νοσημάτων του εγκεφάλου, τα οποία

είναι αυτοάνοσα, όπως αυτό της πολλαπλής σκλήρυνσης. Στις περιπτώσεις αυτές, το ανοσοποιητικό σύστημα εκλαμβάνει ως αντιγόνα τους δικούς του ιστούς και παράγει αυτοαντισώματα έναντι των δικών τους ιστών

Επιπρόσθετα, αξιοσημείωτη είναι η συμβολή της μαγνητικής αγγειογραφίας σε περιπτώσεις βλαβών που παρουσιάζονται στα αγγεία του εγκεφάλου. Σε αρκετές περιπτώσεις, από έναν τυχαίο έλεγχο ή ακόμη και από μία ήπια κεφαλαλγία, απεικονίσθηκαν τυχαία ανευρύσματα ή θρόμβοι που οδηγούν σε ρήξη αγγείων και αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια αντίστοιχα.

Η απεικόνιση του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος έχει σημαντικό ρόλο στην διαγνωστική έρευνα και την θεραπευτική προσέγγιση ασθενών που πάσχουν από ψυχικές διαταραχές. Εκτελείται κυρίως για διαφοροδιαγνωστικούς σκοπούς, για αποκλεισμό άλλων παθήσεων, αλλά και για την μείωση των επιπλοκών. Για τη αξιολόγηση των ψυχιατρικών ασθενών, με απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού, χρησιμοποιείται η λήψη εικόνων πριν την έναρξη της φαρμακευτικής αγωγής.

Σημαντική είναι η χρήση της εξέτασης μαγνητικής τομογραφίας του εγκεφάλου για έγκαιρη διάγνωση πρωτοπαθών και δευτεροπαθών όγκων, όπως και για την επανάληψη λήψεων για την σταδιοποίηση και παρακολούθηση των ασθενών, καθώς δεν επιβαρύνει τον ασθενή με ακτινοβολία.

Ορισμένα προβλήματα στην εφαρμογή της μαγνητικής τομογραφίας συναντώνται στο κόστος της εξέτασης, στην δυσκολία ή αδυναμία διεξαγωγής σε άτομα με κλειστοφοβία ή σε κρίσιμες κλινικές καταστάσεις ασθενών. Ωστόσο, με την ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας, η έγκαιρη διάγνωση με υψηλή διακριτική ικανότητα, χωρίς επεμβατικές μεθόδους, αντίθετα με άλλες πολύπλοκες και πιο υψηλές σε κόστος διαγνωστικές εξετάσεις, θα είναι δεδομένη.

Βιβλιογραφία

1. Κουμαριανός Δ. Μαγνητική Τομογραφία: Από τις βασικές αρχές στην κλινική πράξη. Εκδόσεις Ζεβελεκάκη. Αθήνα 2013.
2. Καρατόπης Α. Κανδαράκης Ι. Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού. Ιατρική Φυσική- Βιοιατρική τεχνολογία. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Αράκυνθος. Αθήνα 2012
3. Ιατρική Απεικόνιση (ιστολόγιο). Radiologycommunity.blogspot.com
4. Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2013.
5. Cathrine Westbrook (Επιμ. Γκουρτσογιάννης Ν. Παπανικολάου Ν. μτφ. Γκουρτσογιάννη Σ. MRI με μια ματιά. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε. Αθήνα 2004
6. Χανιώτης Φ. Χανιώτης Δ. Φυσιολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας. Αθήνα 2015 (ανατύπωση).
7. Certer R. Aldridge. Page M. Parker S. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος: έγχρωμος οδηγός για την δομή, τη λειτουργία και τις διαταραχές του εγκεφάλου. Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. Αθήνα 2011.
8. Hall J. Guyton A. Textbook of Medical Physiology. 14th Edition. El Sevier. Department of Physiology and Biophysics Mississippi Center for Obesity Research, University of Mississippi Medical Center. 2020
9. Fleckenstein P. Tranum-Jensen J. MD (επιμ. Πέτσας, Χοριτάκη – Κουρίδου Δ. Ανατομία της Διαγνωστικής Απεικόνισης. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου ΑΕ. Αθήνα 2016.
10. Μιχαηλίδη. Γ, Βέζου - Μαγκούτη Ν. Αγγλοελληνικό-Ελληνογαλλικό Λεξικό των Ιατρικών όρων. Πέμπτη έκδοση. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2005
11. Elmaoglu M. K. Chan (επιμ. Ζαρίφη Μ. Συργιαμιώτης Β. Δούση Μ.) Εγχειρίδιο Μαγνητικής Τομογραφίας : Φυσική μαγνητικού συντονισμού, τοποθέτηση ασθενούς, πρωτόκολλα εξετάσεων. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου. Αθήνα 2017.
12. Radiopedia.org MR perfusion weighted imaging. April 2020
<https://radiopaedia.org/articles/mr-perfusion-weighted-imaging-1?lang=us>
13. Radiopedia.org Fluid attenuated inversion recovery. July 2021.
14. Mangrum W. Christianson K. Duncan S. Hoang P. Song A. Merkle E. Duke Review of MRI Principles: Case Review Series. Philadelphia USA 2012
<https://radiopaedia.org/articles/fluid-attenuated-inversion-recovery?lang=us>
15. Radiopedia.org . Neurodegenerative protocol (MRI) .September 2021
<https://radiopaedia.org/articles/neurodegenerative-protocol-mri?lang=us>
16. Radiopedia.org . Diffusion tensor imaging and fiber tractography. August 2021
<https://radiopaedia.org/articles/diffusion-tensor-imaging-and-fibre-tractography?lang=us>
17. Beaulieu C. et al. The basis of anisotropic water diffusion in the nervous system- a technical review . Journal : NMR In Biomedicine. 2002 <https://doi.org/10.1002/nbm.782>
18. Gulani V. Apparent diffusion tensor measurements in myelin-deficient rat spinal cords. Journal : Magnetic Resonance in Medicine. January 2001
[https://doi.org/10.1002/1522-2594\(200102\)45:2<191::AID-MRM1025>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1522-2594(200102)45:2<191::AID-MRM1025>3.0.CO;2-9)

19. Radiopaedia.org . Corpus Callosum. November 2021. <https://radiopaedia.org/articles/corpus-callosum?lang=us>
20. Radiology community (ιστολόγιο). Δεσμιδογραφία μεσολοβίου. Μάρτιος 2018
https://www.radiologycommunity.gr/2018/03/blog-post_29.html
21. Radiopaedia.org. Susceptibility weighted imaging. September 2021
<https://radiopaedia.org/articles/susceptibility-weighted-imaging-1?lang=us>
22. Groen J. Tinus A. Bruntink G. Fast Field Echo imaging: an overview and contrast calculations. National Library of Medicine. The Netherlands 1987
[https://doi.org/10.1016/0730-725X\(88\)90472-9](https://doi.org/10.1016/0730-725X(88)90472-9)
23. Weiss S. Eggers H. Rasche V. Projection reconstruction balanced fast field echo for interactive real-time cardiac imaging. November 2001
<https://doi.org/10.1002/mrm.1322>
24. Ganji S. An Z. Tiwari V. McNeil S. Pinho M. Pan E. Mickey B. Maher E. Choi C. In vivo detection of 2-hydroxyglutarate in brain tumors by optimized point-resolved spectroscopy (PRESS) at 7T. Magnetic Resonance in Medicine. March 2016 <https://doi.org/10.1002/mrm.26190>
25. Amemiya S. Watanabe Y. Takei N. Ueyama T. et al. Arterial Transit Time-Based Multidelay Combination Strategy Improves Arterial Spin Labeling Cerebral Blood Flow Measurement Accuracy in Severe Steno-Occlusive Diseases. Journal of Magnetic Resonance Imaging. July 2021
26. Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
27. Gaillard, F., Whitehead, H. Functional MRI. Reference article. Radiopaedia.org
<https://doi.org/10.53347/rID-12364>
28. Gaillard, F., Haouimi, A. Dixon method. Reference article, Radiopaedia.org. 2016
<https://doi.org/10.53347/rID-43255>
29. Στέλλος Κ. Πιπερίδου Χ. Η ημικρανία ως παράγοντας κινδύνου για ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Πανεπιστημιακή Νευρολογική Κλινική, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης . Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής 2007,24(3):243-249
30. Roy T. Pandit A. Neuroimaging in epilepsy. Annals of Indian Academy of Neurology. Pubmed.org 2011;14 (2): 78-80
DOI: [10.4103/0972-2327.82787](https://doi.org/10.4103/0972-2327.82787)
31. Spenser D. MRI (Minimum Recommended Imaging) in Epilepsy. American Epilepsy Society. Sage Journals/Pubmed.org. 2014
<https://doi.org/10.5698/1535-7597-14.5.261>
32. Bhuta, S., Saber, M. Diffusion weighted MRI in acute stroke. Reference article. Radiopaedia.org. 2011 <https://radiopaedia.org/articles/13401>
33. Stepanky F, Hecht EM, Rivera R et-al. Dynamic MR angiography of upper extremity vascular disease: pictorial review. Pubmed.org . Radiographics. 28 (1): e28. [doi:10.1148/radiol.e28](https://doi.org/10.1148/radiol.e28)
34. Gaillard, F., Shaggah, M. Hydrocephalus. Reference article, Radiopaedia.org. 2012
<https://doi.org/10.53347/rID-19487>

35. Ho, M., Weerakkody, Y. HIV-associated dementia. Reference article, Radiopaedia.org. 2009 <https://doi.org/10.53347/rID-7274>
36. Χ Αρβανίτη. Λοιμώξεις του νευρικού συστήματος: αναδρομική επιδημιολογική μελέτη και κλινικοεργαστηριακή αξιολόγηση σε ένδεκα πρωτοβάθμια νοσοκομεία της Αθήνας και Πάτρας Διδακτορική Διατριβή 2005. didaktorika.gr
37. Mudgal, P., Gaillard, F. Intracranial tumors with calcification. Reference article, Radiopaedia.org. 2014 <https://doi.org/10.53347/rID-27363>
38. Mudgal, P., Iqbal, S. Hemorrhagic intracranial tumors. Reference article, Radiopaedia.org.2014 <https://doi.org/10.53347/rID-27361>
39. Orton, T., Gaillard, F. Brain metastases. Reference article, Radiopaedia.org. 2008 <https://doi.org/10.53347/rID-4924>
40. Gaillard, F. Multiple sclerosis - brain and spine. Case study, Radiopaedia.org.2008 <https://doi.org/10.53347/rID-5189>
41. Gaillard, F., Baba, Y. Alzheimer disease. Reference article, Radiopaedia.org. 2011 <https://radiopaedia.org/articles/13455>
42. Foster NL, Heidebrink JL, Clark CM, et al. FDG-PET improves accuracy in distinguishing frontotemporal dementia and Alzheimer’s disease. Brain 2007;130:2616-2635
43. Gron G, Bittner D, Schmitz B, Wunderlich AP, Riepe MW. Subjective memory complaints: objective neural markers in patients with Alzheimer’s disease and major depressive disorder. Ann Neurol 2002
44. Gaillard, F., Knipe, H. Parkinson disease. Reference article, Radiopaedia.org. 2011 <https://doi.org/10.53347/rID-13027>
45. Lui S, Zhou XJ, Sweeney JA, Gong Q. Psychoradiology: The Frontier of Neuroimaging in Psychiatry. Radiology. Pubmed.org .2016 [doi:10.1148/radiol.2016152149](https://doi.org/10.1148/radiol.2016152149)
46. Honea R, Crow TJ, Passingham D, Mackay CE. Regional deficits in brain volume in schizophrenia: a meta-analysis of voxel-based morphometry studies. The American journal of psychiatry. 2005 .Pubmed.org [doi:10.1176/appi.ajp.162.12.2233](https://doi.org/10.1176/appi.ajp.162.12.2233)
47. Gaillard, F. History of imaging of the pituitary region. Reference article, Radiopaedia.org. 2017 <https://doi.org/10.53347/rID-54569>
48. Datir, A., Jones, J. Pituitary gland. Reference article, Radiopaedia.org. 2008 <https://doi.org/10.53347/rID-1888>
49. Jones, J., Smith, D. Orbital pathology. Reference article, Radiopaedia.org. 2010 <https://radiopaedia.org/articles/10430>

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα εξωφύλλου: Cognitive burdens by Amandine Van Ray (artist).

Εικόνα 1.1 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημικό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 1.2 : <https://sites.google.com/site/radiologiaaktinologia/anoichtos-magnetikos-tomographos>

Εικόνα 1.3 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 1.4 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 1.5 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 1.6 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 1.7: Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 1.8 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 1.9 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 1.10 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων <https://sites.google.com/site/radiologiaaktinologia/anoichtos-magnetikos-tomographos>

Εικόνα 2.1 : Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 2.2 : Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 2.3 : Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 2.4 : Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 2.5 : MRI Master : <https://mrimaster.com/index.5.html>

Εικόνα 2.6 : MRI Master : <https://mrimaster.com/index.5.html>

Εικόνα 2.7 : MRI Master : <https://mrimaster.com/index.5.html>

Εικόνα 2.8 : MRI Master : <https://mrimaster.com/anatomy%20brain%20coronal.html>

Εικόνα 2.9 : MRI Master : <https://mrimaster.com/anatomy%20brain%20coronal.html>

Εικόνα 2.10 : MRI Master : <https://mrimaster.com/anatomy%20brain%20sagittal.html>

Εικόνα 2.11 : MRI Master : <https://mrimaster.com/anatomy%20brain%20cerebral%20arteries.html>

Εικόνα 2.12 : MRI Master : <https://mrimaster.com/anatomy%20brain%20ceribral%20veins.html>

Εικόνα 3.1 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 3.2 : MRI Master : <https://mrimaster.com/index-3.html>

Εικόνα 3.3 : MRI Master : <https://mrimaster.com/index-3.html>

Εικόνα 3.4 : MRI Master : <https://mrimaster.com/index-3.html>

Εικόνα 3.5 : MRI Master : <https://mrimaster.com/index-3.html>

Εικόνα 3.6 : radiologycommunity.blogspot.com

Εικόνα 3.7 : radiologycommunity.blogspot.com

Εικόνα 3.8 : radiologycommunity.blogspot.com

Εικόνα 3.9 : radiologycommunity.blogspot.com

Εικόνα 3.10 : radiologycommunity.blogspot.com

Εικόνα 3.11 : radiologycommunity.blogspot.com

Εικόνα 3.12 : Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2013

Εικόνα 3.13 : radiologycommunity.blogspot.com

Εικόνα 3.14 : radiologycommunity.blogspot.com

Εικόνα 3.15: Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 3.16 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 3.17 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 3.18 : Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων

Εικόνα 4.1 : Radiopaedia.org : <https://radiopaedia.org/articles/migraine?lang=us>

Εικόνα 4.2 : Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2013.

Εικόνα 4.3 : Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2013.

Εικόνα 4.4 : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2012

Εικόνα 4.5: Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2013.

Εικόνα 4.6: Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2013.

Εικόνα 4.7: Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2013.

Εικόνα 4.8: Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2013.

Εικόνα 4.9 : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2012

Εικόνα 4.10 : Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α.) Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα 2013

- Εικόνες 4.11** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.12** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.13** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.14** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.15** : Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2013
- Εικόνα 4.16** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.17** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.18** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.19** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.20** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.21** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.22** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.23** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.24** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνες 4.25** : Μητροπούλου Φ. Τεχνικές διάγνωσης της νόσου Αλτσχάιμερ με fMRI , Αθήνα 2015, Διπλωματική εργασία
- Εικόνα 4.26** : Μητροπούλου Φ. Τεχνικές διάγνωσης της νόσου Αλτσχάιμερ με fMRI , Αθήνα 2015, Διπλωματική εργασία
- Εικόνα 4.27** : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012
- Εικόνα 4.28** : Technology Networks Neuroscience News & Research. MRI Study of Bipolar Sufferers Reveals Structural Difference. University of Southern California. 2017.
- Εικόνα 4.29**: Brambillaa P. Harenskia K. Nicolettia M., Sassia,R., Mallingera A, Franka E. Kupfera D. Keshavana M. Soaresc,J. MRI investigation of temporal lobe structures in bipolar patients. Journal of Psychiatric Research. 2003 [https://doi.org/10.1016/S0022-3956\(03\)00024-4](https://doi.org/10.1016/S0022-3956(03)00024-4)

Εικόνα 4.30 : New England Journal of Medicine, Shenton ME, Kikinis R, Jolesz FA SD, LeMay M, Wible CG, Hokama H, Martin J, Metcalf D, Coleman M, McCarley RW, 327,602, 1992, Copyright (1992), Ιατρική Εταιρεία της Μασαχουσέτης).

Εικόνα 4.31 : MRI Master :

<https://mrimaster.com/PATHOLOGY%20BRAIN%20pituitary%20adenoma.html>

Εικόνα 4.32 : MRI Master :

<https://mrimaster.com/PATHOLOGY%20BRAIN%20pituitary%20adenoma.html>

Εικόνα 4.33 : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012

Εικόνα 4.34 : Reimer P. Parizel P. Meaney J. Stichnoth F. (επιμ. Πριμέτης Η. Μπαρούτας Π. Δρακόπουλος Δ. Ρήγας Γ. Δαλκίδης Α. Κλινική Μαγνητική Τομογραφία: Μια πρακτική προσέγγιση. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2013

Εικόνα 4.35 : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012

Εικόνα 4.36 : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012

Εικόνα 4.37 : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012

Εικόνα 4.38 : Ελληνικό Κολλέγιο Ακτινολογίας επιμ. Δρεβελέγκας Α. κ.α. Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα 2012

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1 : Κουμαριανός Δ. Μαγνητική Τομογραφία: Από τις βασικές αρχές στην κλινική πράξη. Εκδόσεις Ζεβελεκάκη. Αθήνα 2013.

Πίνακας 3.1 : radiologycommunity.blogspot.com

Πίνακας 4.1 : - Elmaoglu M. K.Chan (επιμ.Ζαρίφη Μ. Συργιαμιώτης Β. Δούση Μ.) Εγχειρίδιο Μαγνητικής Τομογραφίας : Φυσική μαγνητικού συντονισμού, τοποθέτηση ασθενούς, πρωτόκολλα εξετάσεων. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου. Αθήνα 2017.

-Karaarslan E. Ulus S. Kürtüncü M. Susceptibility-Weighted Imaging in Migraine with Aura. American Journal of Neuroradiology January 2011 <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1973>

Πίνακας 4.2 : Elmaoglu M. K.Chan (επιμ.Ζαρίφη Μ. Συργιαμιώτης Β. Δούση Μ.) Εγχειρίδιο Μαγνητικής Τομογραφίας : Φυσική μαγνητικού συντονισμού, τοποθέτηση ασθενούς, πρωτόκολλα εξετάσεων. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου. Αθήνα 2017.

Πίνακας 4.3 : - Di Muzio, B., Murphy, A. Brain trauma protocol (MRI). Reference article, Radiopaedia.org. 2015 (last revised September 2021) <https://doi.org/10.53347/rID-38131>

-Datir, A., Rahman, F. Posterior cerebral artery (PCA) infarct. Reference article, Radiopaedia.org. 2022 <https://radiopaedia.org/articles/1809>

Πίνακας 4.4 : - Roy T. Pandit A. Neuroimaging in epilepsy. Annals of Indian Academy of Neurology. Pubmed.org 2011;14 (2): 78-80
[doi:10.4103/0972-2327.82787](https://doi.org/10.4103/0972-2327.82787)

- Powell HW, Parker GJ, Alexander DC, Symms MR, Boulby PA, Wheeler-Kingshott CA, Barker GJ, Koepp MJ, Duncan JS. Abnormalities of language networks in temporal lobe epilepsy. (2007) NeuroImage. 36 (1): 209-21. [doi:10.1016/j.neuroimage.2007.02.028](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.028)

- Ciccarelli O, Catani M, Johansen-Berg H, Clark C, Thompson A. Diffusion-based tractography in neurological disorders: concepts, applications, and future developments. (2008) The Lancet. Neurology. 7 (8): 715-27. [doi:10.1016/S1474-4422\(08\)70163-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(08)70163-7)

- Elmaoglu M. K.Chan (επιμ.Ζαρίφη Μ. Συργιαμιώτης Β. Δούση Μ.) Εγχειρίδιο Μαγνητικής Τομογραφίας : Φυσική μαγνητικού συντονισμού, τοποθέτηση ασθενούς, πρωτόκολλα εξετάσεων. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου. Αθήνα 2017.

Πίνακας 4.5 : - Schellinger PD, Jansen O, Fiebach JB et-al. A standardized MRI stroke protocol: comparison with CT in hyperacute intracerebral hemorrhage. Stroke. Pubmed.org .1999;30 (4): 765-8. [doi:10.1161/01.STR.30.4.765](https://doi.org/10.1161/01.STR.30.4.765)

- Allen LM, Hasso AN, Handwerker J et-al. Sequence-specific MR Imaging Findings That Are Useful in Dating Ischemic Stroke. Radiographics. Pubmed.org 2012;32 (5): 1285-97. [doi:10.1148/rg.325115760](https://doi.org/10.1148/rg.325115760)

-Srinivasan A, Goyal M, Al azri F et-al. State-of-the-art imaging of acute stroke. Radiographics. 2006;26 Suppl 1 : S75-95. [doi:10.1148/rg.26si065501](https://doi.org/10.1148/rg.26si065501)

- Stepansky F, Hecht EM, Rivera R et-al. Dynamic MR angiography of upper extremity vascular disease: pictorial review. Pubmed.org . Radiographics. 28 (1): e28. [doi:10.1148/radiol.e28](https://doi.org/10.1148/radiol.e28)

- Datir, A., Rahman, F. Posterior cerebral artery (PCA) infarct. Reference article, Radiopaedia.org. 2022 <https://radiopaedia.org/articles/1809>

- Elmaoglu M. K.Chan (επιμ.Ζαρίφη Μ. Συργιαμιώτης Β. Δούση Μ.) Εγχειρίδιο Μαγνητικής Τομογραφίας : Φυσική μαγνητικού συντονισμού, τοποθέτηση ασθενούς, πρωτόκολλα εξετάσεων. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου. Αθήνα 2017.

Πίνακας 4.6 : Di Muzio, B., Murphy, A. Brain infection protocol (MRI). Reference article, Radiopaedia.org. 2015 <https://doi.org/10.53347/rID-37845>

Πίνακας 4.7 : Di Muzio, B., Murphy, A. Brain tumor protocol (MRI). Reference article, Radiopaedia.org. 2015 <https://doi.org/10.53347/rID-37786>

Πίνακας 4.8 : - Elmaoglu M. K.Chan (επιμ.Ζαρίφη Μ. Συργιαμιώτης Β. Δούση Μ.) Εγχειρίδιο Μαγνητικής Τομογραφίας : Φυσική μαγνητικού συντονισμού, τοποθέτηση ασθενούς, πρωτόκολλα εξετάσεων. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου. Αθήνα 2017

-Gaillard, F., Knipe, H. Multiple sclerosis. Reference article, Radiopaedia.org. 2008 <https://doi.org/10.53347/rID-1700>

Πίνακας 4.9 : - Di Muzio, B., Murphy, A. Neurodegenerative protocol (MRI). Reference article, Radiopaedia.org.2015 <https://doi.org/10.53347/rID-38933>

-Gaillard, F. Neurodegenerative MRI brain (an approach). Reference article, Radiopaedia.org. 2014 <https://doi.org/10.53347/rID-28361>

Πίνακας 4.10 : -Di Muzio, B., Murphy, A. Neurodegenerative protocol (MRI). Reference article, Radiopaedia.org.2015 <https://doi.org/10.53347/rID-38933>

-Gaillard, F. Neurodegenerative MRI brain (an approach). Reference article, Radiopaedia.org. 2014 <https://doi.org/10.53347/rID-28361>

Πίνακας 4.11 : Gaillard, F., Knipe, H. Parkinson disease. Reference article, Radiopaedia.org. 2011 <https://doi.org/10.53347/rID-13027>

Πίνακας 4.12 : Condon, J., Bell, D. Psychoradiology. Reference article, Radiopaedia.org.2017 <https://doi.org/10.53347/rID-50950>

Πίνακας 4.13 : Di Muzio, B., Vajuhudeen, Z. Pituitary gland protocol (MRI). Reference article, Radiopaedia.org.2016 <https://doi.org/10.53347/rID-50127>

Πίνακας 4.14 : Jones, J., Smith, D. Orbital pathology. Reference article, Radiopaedia.org. 2010 <https://radiopaedia.org/articles/10430>

Πίνακας 4.15 : Di Muzio, B., Murphy, A. Orbits protocol (MRI). Reference article, Radiopaedia.org. 2017 <https://doi.org/10.53347/rID-53765>

Πίνακας 4.16: - Hacking, C. Normal MRI internal auditory canal. Radiopaedia.org. 2015 <https://doi.org/10.53347/rID-41613>

- Indications for internal auditory meatus (IAMS) MRI scan. Mrimaster.com <https://mrimaster.com/PLAN%20IAMS.html>

Πίνακας 4.17 : Indications for paranasal sinuses (ONS) MRI scan. Mrimaster.com <https://mrimaster.com/PLAN%20PNS.html>