

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (MRI)



Σύνταξη:

Ν. Παπαδόπουλος – Κλάδος Ιατρικής Φυσικής – Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας

Επίβλεψη:

Γ. Μενοίκου – Κλάδος Ιατρικής Φυσικής – Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας

Π.Α Καπλάνης – Κλάδος Ιατρικής Φυσικής – Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πίνακας Συντομογραφιών	2
Εισαγωγή	3
Πίνακας ελέγχου παραμέτρων του συστήματος απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού (MRI)	5
Έλεγχος ηλεκτρομαγνητικών θωρακίσεων (κλωβού Faraday).....	5
Έλεγχοι Ποιότητας.....	5
Ομοιογένεια στατικού μαγνητικού πεδίου.....	5
Γεωμετρική ακρίβεια	6
Χωρική διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης	7
Πάχος τομής.....	9
Ακρίβεια τοποθέτησης τομής.....	10
Ποσοστιαία Ολοκληρωτική	11
Ομοιομορφία εικόνας	11
Ποσοστιαία εκτίμηση ψευδενδείξεων σήματος.....	12
Ανίχνευση δομών χαμηλής αντίθεσης	13
Λόγος σήματος προς θόρυβο	14
Παράρτημα	16
Ομοιογένεια στατικού μαγνητικού πεδίου.....	16
Πάχος Τομής.....	17
Ακρίβεια τοποθέτησης τομής.....	18
Πίνακας παραμέτρων ποιότητας εικόνας των ακολουθιών ACR και απεικόνιση της ανάλυσης τους.....	19
Πρωτόκολλα αναφοράς (Βιβλιογραφία).....	20
Ιστορικό Αναθεωρήσεων Πρωτοκόλλων.....	21

Πίνακας Συντομογραφιών

Συντομογραφία	Επεξήγηση
ΑΣ	Αξιολόγηση συστήματος
MRI	Magnetic Spin Resonance
ACR	American College of Radiology
NiCl ₂	Nickel Chloride
NaCl	Sodium chloride
SE	Spin Echo
PD	Proton Density
TE	Time Echo
DSV	Diameter of Spherical Volume
GA	Geometric Accuracy
HCSR	High Contrast Spatial Resolution
UL	Upper Left
LR	Lower Right
ST	Slice Thickness
FWHM	Full Width at Half Maximum
SPA	Slice Position Accuracy
PIU	Percent Image Uniformity
GR	Ghosting Ratio
ROI	Region Of Interest
LCOD	Low Contrast Object Detectability
ppm	parts per million
RMS	Root Mean Square
SD	Standard Deviation
SNR	Signal to Noise Ratio

Εισαγωγή

Στο πρωτόκολλο αυτό περιγράφεται το πρόγραμμα ελέγχων ποιότητας και διαδικασιών διασφάλισης καλής λειτουργίας των συστημάτων μαγνητικού συντονισμού.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όταν γίνεται επίκληση των ορίων του κατασκευαστή, πρέπει να γίνεται αποκλειστική χρήση των προσφερόμενων από τον κατασκευαστή ομοιωμάτων και πιστή τήρηση του πρωτόκολλου από το εγχειρίδιο λειτουργίας του συστήματος.

Τα όρια αποδοχής τα οποία αναφέρονται στο πρωτόκολλο ελέγχου ποιότητας του συστήματος αφορούν τα **όρια επιφυλακής** (remedial level). Όρια επιφυλακής σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Radiation Protection N° 162) είναι τα όρια κατά τα οποία η απόδοση του συστήματος είναι σχεδόν ικανοποιητική χωρίς όμως να μειώνεται η κλινική του αποτελεσματικότητα ή ασφάλεια. Σε αυτή την περίπτωση, το σύστημα παραμένει σε κλινική χρήση αλλά απαιτείται να ξεκινήσει η διαδικασία αποκατάστασης (remedial action), της απόδοσης του συστήματος σε ικανοποιητικό βαθμό από μηχανικό της προμηθεύτριας εταιρείας εντός του χρονικού διαστήματος που προβλέπεται από το συμβόλαιο σύμβασης.

Στο παρόν πρωτόκολλο δεν αναφέρονται τα **όρια άμεσης δράσης** (suspension level), τα οποία αναγράφονται στην έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Radiation Protection N° 162) και σύμφωνα με τα κριτήρια που καθορίζει απαιτείται άμεσα αναστολή λειτουργίας της κλινική χρήσης του συστήματος μέχρι την αποκατάσταση της βλάβης από το μηχανικό της προμηθεύτριας εταιρείας.

Το πρωτόκολλο αυτό, αναφέρεται σε ελέγχους και κριτήρια αποδοχής του εγχειριδίου ομοιωμάτων ελέγχου MR του προγράμματος πιστοποίησης MR (Accreditation Program) του Αμερικανικού Κολεγίου Ακτινολογίας (American College of Radiology - ACR), και των εγχειριδίων του προγράμματος ελέγχου ποιότητας του ACR για MRI. Ο λόγος για τον οποίο συμπεριελήφθησαν συγκεκριμένοι έλεγχοι με ομοιώματα του ACR, οφείλεται στην ευρεία διαθεσιμότητα και χρήση των ομοιωμάτων αυτών.

Τα ομοιώματα που χρησιμοποιούνται στο παρόν πρωτόκολλο για τη διενέργεια των ελέγχων ποιότητας είναι:

- Το μεγάλο (large) ACR, το οποίο είναι κυλινδρικού σχήματος με εσωτερική διάμετρο κυλίνδρου 190 mm και εσωτερικό ύψος κυλίνδρου 148 mm. Χρησιμοποιεί σαν διάλυμα πληρώσεως 10 mmol NiCl₂, για μειωμένη εξάρτηση από τη θερμοκρασία των χρόνων χαλάρωσης T1 και 75 mmol NaCl για παροχή αγωγιμότητας παρόμοιας με εκείνης του ανθρωπίνου σώματος. Το ομοίωμα

περιέχει ειδικές δομές (structures), κατάλληλες για την εκτέλεση όλων των ελέγχων ποιότητας εικόνας που περιλαμβάνονται στο αντίστοιχο πρόγραμμα πιστοποίησης του ACR για MRI.

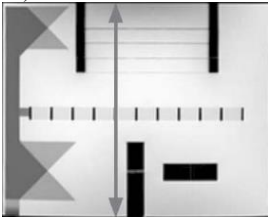
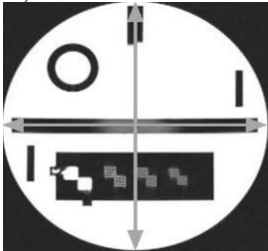
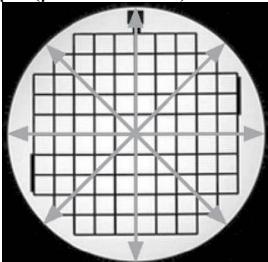
- Το Pro-MRI της κατασκευάστριας εταιρείας Pro-Project το οποίο συνάδει με το πρόγραμμα πιστοποίησης ACR για MRI. Είναι κυλινδρικού σχήματος με εσωτερική διάμετρο κυλίνδρου 204 mm και εσωτερικό ύψος κυλίνδρου 130 mm. Χρησιμοποιεί σαν διάλυμα πληρώσεως 10 mmol NiCl₂, για μειωμένη εξάρτηση από τη θερμοκρασία των χρόνων χαλάρωσης T1 και 75 mmol NaCl για παροχή αγωγιμότητας παρόμοιας με εκείνης του ανθρώπινου σώματος. Το ομοίωμα περιέχει ειδικές δομές (structures), κατάλληλες για την εκτέλεση όλων των ελέγχων ποιότητας εικόνας που περιλαμβάνονται στο αντίστοιχο πρόγραμμα πιστοποίησης του ACR για MRI.

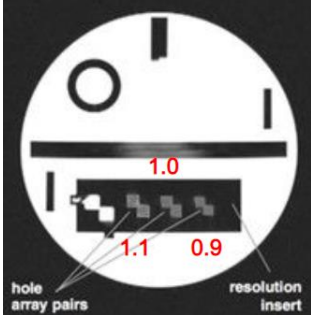
Η βασική ακολουθία, η οποία χρησιμοποιείται για την εκτέλεση του προγράμματος ελέγχου ποιότητας είναι η ακολουθία spin echo (SE). Στην ακολουθία SE, χρησιμοποιείται παλμός διέγερσης 90° που ακολουθείται από παλμό ανασύνταξης των spin (180°), μετά από τον οποίο παράγεται μια spin echo. Μια echo χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση του T1 (T1 weighting - ACR T1), ενώ δύο echoes χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση του T2 & PD (T2 & PD weighting - ACR T2). Οι παράμετροι των ακολουθιών ACR που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση.

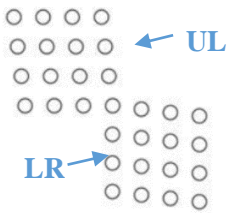
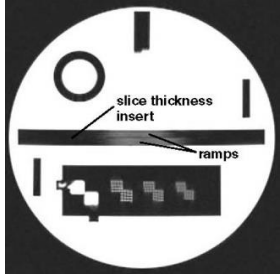
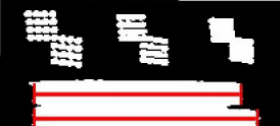
Πίνακας ελέγχου παραμέτρων του συστήματος απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού (MRI)

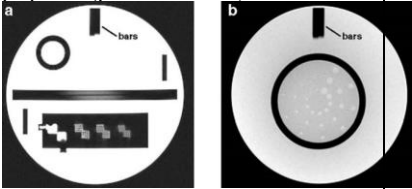
Παράμετρος Ελέγχου	Σκοπός	Όργανα μετρήσεων και ομοιώματα	Στοιχεία Ελέγχου	Περιγραφή Ελέγχου	Συχνότητα Ελέγχου	Αποδεκτά Όρια	Σχόλια
Έλεγχος ηλεκτρομαγνητικών θωρακίσεων (κλωβού Faraday)							
Μέτρηση ισομαγνητικών γραμμών.	Καθορισμός/επίσημανση ισομαγνητικών γραμμών 5 Gauss.	Πεδιόμετρο με ένδειξη mT, Gauss.	Το στατικό μαγνητικό πεδίο H_0 να είναι «ενεργοποιημένο».	Μέτρηση ισομαγνητικών γραμμών σε τρεις διαστάσεις (x,y,z) στον κλωβό Faraday.	Κατά τον έλεγχο αποδοχής και Ετήσια.	Σαφής καθορισμός των ισομαγνητικών γραμμών με ισοτροπικές εντάσεις στατικού μαγνητικού πεδίου: H_0 : 0.5mT.	Μελέτη εγκατάστασης του συστήματος.
Έλεγχοι Ποιότητας							
Ομοιογένεια στατικού μαγνητικού πεδίου (H_0) - Magnetic Field Homogeneity (H_0).	Απεικόνιση παραμετρικών πινάκων διαφορών φάσεων.	Σφαιρικό ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό.	Gradient Echo.	Τεχνική χαρτογράφησης φάσης σήματος. Σε συνθήκες απεικόνισης λαμβάνονται δύο εικόνες ανά ανατομικό επίπεδο με χρήση ακολουθίας λήψης Gradient Echo, σκιαγραφικής αντίθεσης πυκνότητας πρωτονίων, με μικρή διαφορά στην παράμετρο TE (μερικά ms). Οι δύο αυτές εικόνες ανακατασκευάζονται με ειδικό τρόπο έτσι ώστε να προκύψουν δύο παραμετρικοί πίνακες εικόνων φάσεων. Οι παραμετρικοί		Για σφαιρικό ομοίωμα διαμέτρου 35cm (DSV = 35 cm): < 0.5 ppm.	Όρια του κατασκευαστή.

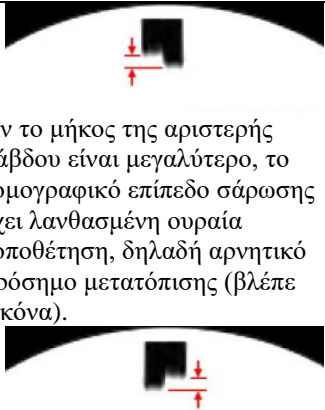
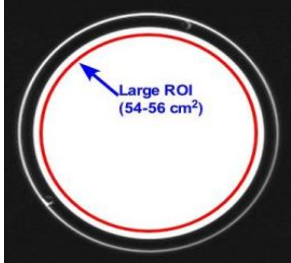
				<p>πίνακες εικόνων φάσεων αφαιρούνται αλγεβρικά στην βάση των εικονοστοιχείων τους (pixel by pixel). Η ομοιογένεια του στατικού μαγνητικού πεδίου ανά επίπεδο προκύπτει από την σχέση:</p> $\Delta H_o(T) = \frac{\Delta\phi(rad)}{\gamma(\frac{rad}{sec.T})(TE_2 - TE_1)(sec)}$ <p>όπου, $\Delta\phi$: διαφορά φάσης γ: γυρομαγνητικός λόγος = $2.675 \times 10^8 \text{ rad.s}^{-1}.\text{T}^{-1}$ Βλέπε Παράρτημα Εικόνα 1 σελ.14</p>			
Γεωμετρική ακρίβεια - Geometric Accuracy.	Αξιολόγηση της ακρίβειας με την οποία απεικονίζονται οι πραγματικές διαστάσεις του ομοιώματος.	<u>Ομοίωμα:</u> ACR/Pro-MRI + <u>Πηνίο:</u> Κεφαλής	<u>Localizer</u> ACR Sagittal locator <u>Slice1</u> ACR Axial T1 <u>Slice5</u> ACR Axial T1	<p>Γεωμετρική παραμόρφωση/χωρική γραμμικότητα εικόνας.</p> <p>Μέτρηση μήκους 7 γνωστών διαστάσεων εντός του ομοιώματος και υπολογισμός της απόκλισης από την πραγματική τους τιμή από την σχέση:</p> $GA (\%) = 100 \times \frac{(D_{actual} - D_{measured})}{D_{measured}}$ <p>όπου: D_{actual}: πραγματική διάσταση ομοιώματος $D_{measured}$: μετρούμενη διάσταση στην εικόνα.</p> <p>1. Μέτρηση μήκους του ομοιώματος όπως αυτό</p>	Κατά τον έλεγχο αποδοχής και Εξαμηνιαία .	GA: $\leq \pm 2 \text{ mm}$ (από πραγματική τιμή) ACR MRI Accreditation Program	Οδηγίες κατασκευαστή ομοιώματος.

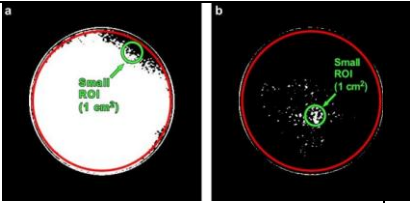
				<p>εμφανίζεται στο Localizer (βλέπε εικόνα).</p>  <p>2. Μέτρηση του μήκους των 2 κάθετων διαμέτρων του ομοιώματος στην τομή 1 (βλέπε εικόνα).</p>  <p>3. Μέτρηση του μήκους των 2 κάθετων και των 2 διαγώνιων διαμέτρων του ομοιώματος στην τομή 5 (βλέπε εικόνα).</p> 			
Χωρική διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης-	Οπτική αναγνώριση μικρών αντικειμένων υψηλής σκιαγραφικής	<u>Ομοίωμα:</u> ACR/Pro-MRI + <u>Πηγίο:</u> Κεφαλής	<u>Slice 1</u> ACR Axial T1 ACR Axial T2	Οπτική αναγνώριση ειδικών δομών και των μεταξύ τους διαχωριστικών αποστάσεων. Η μέτρηση πραγματοποιείται στις διευθύνσεις	Κατά τον έλεγχο αποδοχής και Εξαμηνιαία .	HCSR: ≤ 1 mm (και στους 2 άξονες). Οπτική αναγνώριση οπών	Οδηγίες κατασκευαστή ομοιώματος.

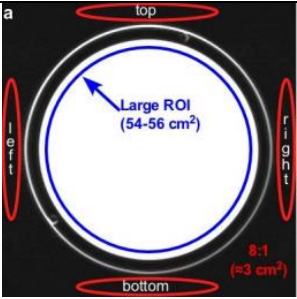
<p>High Contrast Spatial Resolution.</p>	<p>αντίθεσης που βρίσκονται τοποθετημένα πολύ κοντά το ένα στο άλλο, όταν δεν υπάρχει σημαντική συνεισφορά θορύβου (ο λόγος αντίθεσης προς θόρυβο είναι αρκετά υψηλός)</p>			<p>κωδικοποίησης συχνότητας και φάσης.</p> <p>Λήψη τομής στο σημείο της ειδικής δομής (resolution insert). Η ειδική δομή περιέχει 3 διαδοχικά ζεύγη από συστοιχίες οπών (hole array pairs). Ξεκινώντας από το ζεύγος αριστερά με κατεύθυνση προς τα δεξιά η διάμετρος των οπών ελαττώνεται προοδευτικά ως ακολούθως: 1,1 mm, 1,0 mm και 0,9 mm αντίστοιχα (βλέπε εικόνα).</p>  <p>Καταγράφεται η διακριτική ικανότητα που αντιστοιχεί στο ζεύγος συστοιχίας οπών (UL-LR), των οποίων το μέγεθος και οι μεταξύ τους διαχωριστικές αποστάσεις είναι ευδιάκριτες και στους 2 άξονες (βλέπε εικόνα)</p>		<p>με διαστάσεις ίσες προς τις διαστάσεις των pixel ή με διαχωριστική απόσταση μεταξύ τους, τουλάχιστον ενός θεωρητικού pixel. FOV: 25 cm Matrix: 256 x 256 Pixels: 0.98 mm x 0.98 mm</p>	
--	--	--	--	--	--	---	--

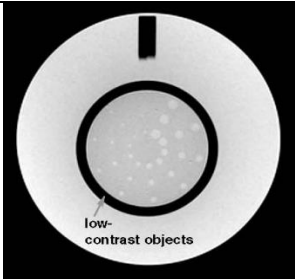
							
<p>Πάχος τομής- Slice thickness.</p>	<p>Αξιολόγηση της ακρίβειας με την οποία επιτυγχάνεται μία τομή συγκεκριμένου πάχους.</p>	<p><u>Ομοίωμα:</u> ACR/Pro-MRI + <u>Πηνίο:</u> Κεφαλής</p>	<p><u>Slice 1</u> ACR Axial T1 ACR Axial T2</p>	<p>Για μέτρηση του πάχους τομής χρησιμοποιείται ειδική δομή (slice thickness insert), αποτελούμενη από ζεύγος κεκλιμένων επιπέδων τα οποία διασταυρώνονται μεταξύ τους υπό γνωστή γωνία θ.</p> <p>Λήψη τομής στο τμήμα του ομοιώματος όπου εμφανίζεται η ειδική δομή με τα κεκλιμένα επίπεδα (βλέπε εικόνα).</p>  <p>Σχεδιάζεται η καμπύλη κατατομής κατά μήκος της προβολής κάθε κεκλιμένου επιπέδου (βλέπε εικόνα).</p> 	<p>Κατά τον έλεγχο αποδοχής και Εξαμηνιαία .</p>	<p>Για πάχος τομής 5 mm ST: 5.0 mm ± 0.7 mm ACR MRI Accreditation Program</p>	<p>Οδηγίες κατασκευαστή ομοιώματος</p>

				<p>Υπολογίζεται το εύρος στο ήμισυ του μεγίστου (FWHM) για κάθε καμπύλη.</p> <p>Το πάχος τομής (ST), δίνεται από την σχέση:</p> $FWHM_{ST} = 0.2 \times \frac{(FWHM_1 \times FWHM_2)}{(FWHM_1 + FWHM_2)}$ <p>Βλέπε Παράρτημα Εικόνες 2,3 σελ.15</p>			
Ακρίβεια τοποθέτησης τομής- Slice Position Accuracy.	Αξιολόγηση της ακρίβειας τοποθέτησης τομών σε συγκεκριμένες θέσεις χρησιμοποιώντας σαν εικόνα αναφοράς το localizer.	Ομοίωμα: ACR/Pro-MRI + Πηνίο: Κεφαλής	<p><u>Slice 1</u> ACR Axial T1</p> <p>ACR Axial T2</p> <p><u>Slice 11</u> ACR Axial T1</p> <p>ACR Axial T2</p>	<p>Μέτρηση της διαφοράς μεταξύ ορισμένης και πραγματικής θέσης των τομών 1 και 11.</p> <p>Στις τομές 1 (a) και 11 (b) μετράται η διαφορά μήκους μεταξύ αριστερής και δεξιάς ράβδου (βλέπε εικόνα).</p>  <p>Αν το μήκος της δεξιάς ράβδου είναι μεγαλύτερο, το τομογραφικό επίπεδο σάρωσης έχει λανθασμένη κεφαλική τοποθέτηση, δηλαδή θετικό πρόσημο μετατόπισης (βλέπε εικόνα).</p>	Κατά τον έλεγχο αποδοχής και εξαμηνιαία	SPA: ≤ 4 mm ACR MRI Accreditation Program	Οδηγίες κατασκευαστή ομοιώματος

				 <p>Αν το μήκος της αριστερής ράβδου είναι μεγαλύτερο, το τομογραφικό επίπεδο σάρωσης έχει λανθασμένη συραία τοποθέτηση, δηλαδή αρνητικό πρόσημο μετατόπισης (βλέπε εικόνα).</p> <p>Βλέπε Παράρτημα Εικόνα 3 σελ 16</p>			
Ποσοστιαία Ολοκληρωτική Ομοιομορφία εικόνας – Percent Image Uniformity.	Απεικόνιση ομοιογενών περιοχών ενός ομοιώματος με την ίδια ένταση. Αξιολόγηση της Ποσοστιαίας Ολοκληρωτικής Ομοιομορφίας (PIU) της εικόνας.	<u>Ομοίωμα:</u> ACR/Pro-MRI + <u>Πηνίο:</u> Κεφαλής	<u>Slice 7</u> ACR Axial T1 ACR Axial T2	Μέτρηση τιμών μεγίστου και ελάχιστου σήματος σε ομοιογενή περιοχή του ομοιώματος.(νερό). Λαμβάνεται μεγάλη κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος-large ROI ~ 55 cm ² (βλέπε εικόνα).  Με χρήση μικρών ROIs (~1cm ²), καταγράφονται οι τιμές: (a) ελάχιστης έντασης σήματος- S _{min} (b) μέγιστης έντασης σήματος;- S _{max} (βλέπε εικόνα).	Κατά τον έλεγχο αποδοχής και Εξαμηνιαία .	PIU ≥ 87.5 % (για MRI 1.5 Tesla) PIU ≥ 82 % (για MRI 3 Tesla) ACR MRI Accreditation Program.	Οδηγίες κατασκευαστή ομοιώματος.

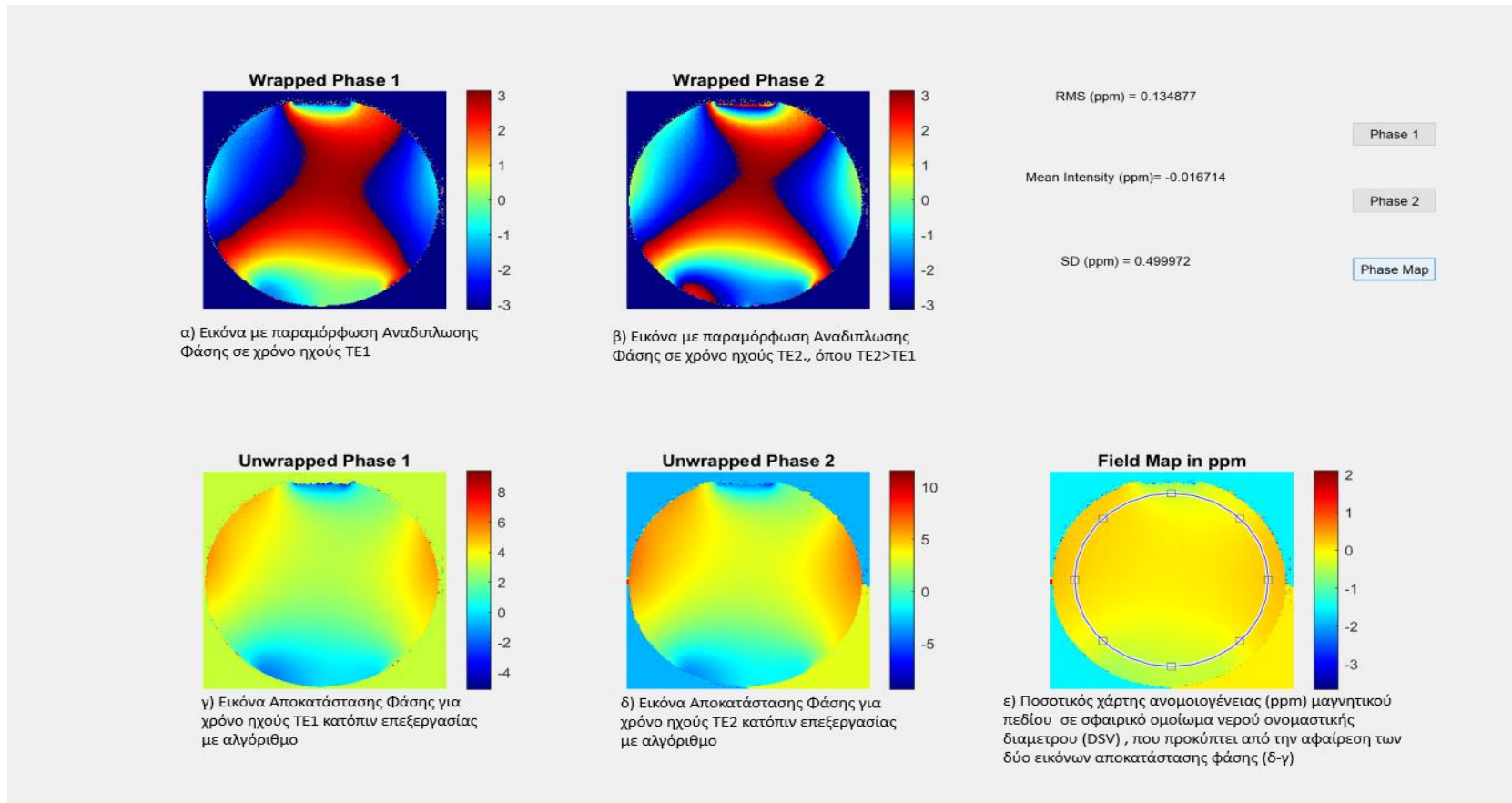
				 <p>Η Ποσοστιαία Ολοκληρωτική Ομοιομορφία (PIU) δίνεται από τη σχέση:</p> $PIU = 100 \times \left[1 - \frac{(S_{max} - S_{min})}{(S_{max} + S_{min})} \right]$			
Ποσοστιαία εκτίμηση ψευδενδείξεων σήματος-Percent Signal Ghosting.	Αξιολόγηση του ποσοστού ψευδένδειξης σήματος στις εικόνες, ιδιαίτερα σε περιοχές με χαμηλό επίπεδο σήματος (όπως το υπόβαθρο).	<u>Ομοίωμα:</u> ACR/Pro-MRI + <u>Πηνίο:</u> Κεφαλής	<u>Slice 7</u> ACR Axial T1 ACR Axial T2	Μέτρηση μέσης τιμής σήματος στην ομοιογενή (νερό) περιοχή του ομοιώματος 1. Λαμβάνεται ομοιογενής κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος- large ROI ~ 55 cm ² . 2. Λαμβάνονται εκτός του ομοιώματος (υπόστρωμα), 4 ελλειψοειδής περιοχές. ενδιαφέροντος-top, bottom, left & right ROI ~ 3 cm ² (βλέπε εικόνα).	Κατά τον έλεγχο αποδοχής και Εξαμηνιαία .	GR: ≤ 2.5 % ACR MRI Accreditation Program.	Οδηγίες κατασκευαστή ομοιώματος.

				 <p>Το ποσοστό ψευδένδειξης (Ghosting Ratio) δίνεται από την σχέση:</p> $GR = \frac{(ROI_{top} + ROI_{btm}) - (ROI_{lt} + ROI_{rt})}{2 \times (large ROI)}$			
Ανίχνευση δομών χαμηλής αντίθεσης- Low Contrast Object Detectability	Αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο αντικείμενα χαμηλής αντίθεσης είναι διακριτά στις εικόνες, δηλαδή αξιολογεί την ικανότητα του συστήματος να διαχωρίσει αντικείμενα παρουσία θορύβου.	<u>Ομοίωμα:</u> ACR/Pro-MRI + <u>Πηνίο:</u> Κεφαλής	<u>Slices 8-11</u> ACR Axial T1 ACR Axial T2	Μέτρηση δομών χαμηλής αντίθεσης οι οποίες εμφανίζονται στις τομές 8 μέχρι 11. Σε κάθε μία από τις τομές 8-11, οι δομές χαμηλής αντίθεσης αποτελούνται από 12 ομάδες των 3 δίσκων (ίδιας διαμέτρου), τοποθετημένες σε ακτίνες-spokes. Ξεκινώντας από τη θέση 12 και προχωρώντας με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, η διάμετρος των δίσκων κάθε ακτίνας μειώνεται προοδευτικά από 7 mm στην πρώτη σε 1.5 mm στη δωδέκατη, με βήμα 0,5 mm (βλέπε εικόνα).	Κατά τον έλεγχο αποδοχής και Εξαμηνιαία .	Συνολική βαθμολογία LCOD ≥ 9 spokes (για MRI 1.5 Tesla) LCOD ≥ 37 spokes (για MRI 3 Tesla) (ACR MRI Accreditation Program)	Οδηγίες κατασκευαστή ομοιώματος.

				 <p>Σε κάθε τομή όλες οι ακτίνες έχουν το ίδιο επίπεδο αντίθεσης αλλά το πάχος των δίσκων αυξάνει προοδευτικά από τομή σε τομή με αποτέλεσμα να αυξάνεται ανάλογα και το επίπεδο αντίθεσης. Ποιο συγκεκριμένα, από την τομή 8 μέχρι την 11, οι τιμές του επιπέδου αντίθεσης είναι 1.4 %, 2.5 %, 3.6 % και 5.1 % αντίστοιχα. Σε κάθε τομή, μετράται ο αριθμός των ακτίνων των οποίων όλοι οι δίσκοι είναι πλήρως διακριτοί και γίνεται άθροιση της συνολικής βαθμολογίας.</p>			
Λόγος σήματος προς θόρυβο Signal to Noise Ratio	Μέτρηση της έντασης του σήματος προς την ένταση του θορύβου στην εικόνα	<u>Ομοίωμα:</u> ACR/Pro-MRI + <u>Πηνίο:</u> Κεφαλής	<u>Slice 7</u> ACR Axial T1	<p>Η μέτρηση του λόγου σήματος προς θόρυβο πραγματοποιείται στην ομοιογενή περιοχή του ομοιώματος.</p> <p>Λαμβάνονται 2 πανομοιότυπες εικόνες με ελάχιστη χρονική διαφορά μεταξύ τους. Σε κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος (ROI) διαμέτρου τουλάχιστον ίσης με το 75 % της πραγματικής διαμέτρου του</p>	Κατά τον έλεγχο αποδοχής και εξαμηνιαία	<p>Οι τιμή SNR κάθε πηνίου του συστήματος πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το αντίστοιχο όριο που εισηγείται ο κατασκευαστής.</p> <p>AAPM REPORT NO. 100</p>	

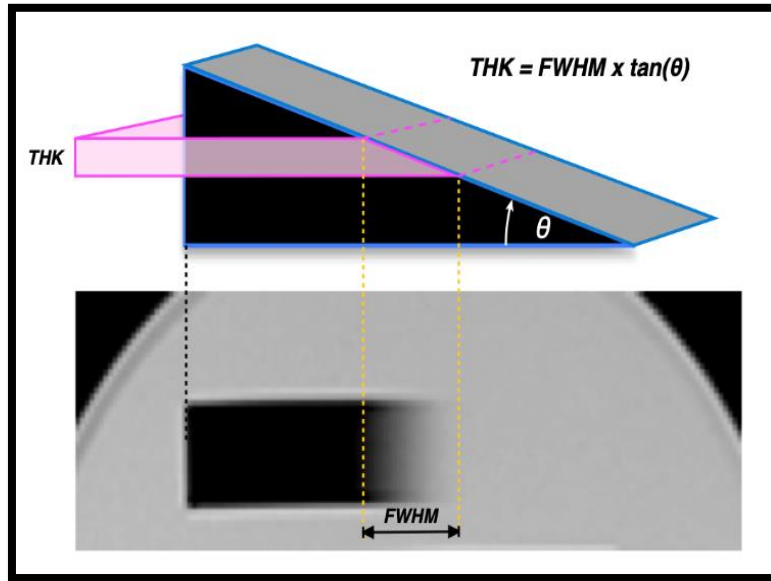
				<p>ομοιώματος, υπολογίζεται η μέση τιμή σήματος (S) για κάθε εικόνα. Στην συνέχεια πραγματοποιείται Αλγεβρική αφαίρεση των εικόνων: Εικόνα 1 - Εικόνα 2 = Εικόνα 3</p> <p>Σε κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος (ROI) ιδίων διαστάσεων, υπολογίζεται η τυπική απόκλιση (SD) στην εικόνα 3.</p> <p>Ο λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR) υπολογίζεται από την σχέση:</p> $SNR_{NEMA} = \frac{\sqrt{2\bar{S}}}{SD}$ <p>όπου, \bar{S}: μέση τιμή σήματος στα ROI_{1,2} SD: τυπική απόκλιση στο ROI₃</p>			
--	--	--	--	---	--	--	--

Παράρτημα Ομοιογένεια στατικού μαγνητικού πεδίου

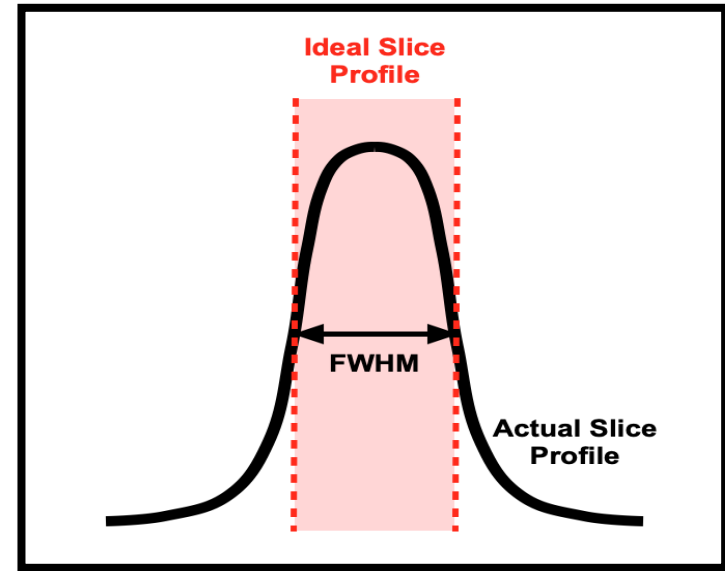


Εικόνα 1: Για TE1 = 20 ms, TE2 = 30 ms και ROI = 20 cm, η ανομοιογένεια μαγνητικού πεδίου σε σφαιρικό ομοίωμα νερού υπολογίστηκε $\Delta B_0 = 0.13$ ppm (RMS).

Πάχος Τομής

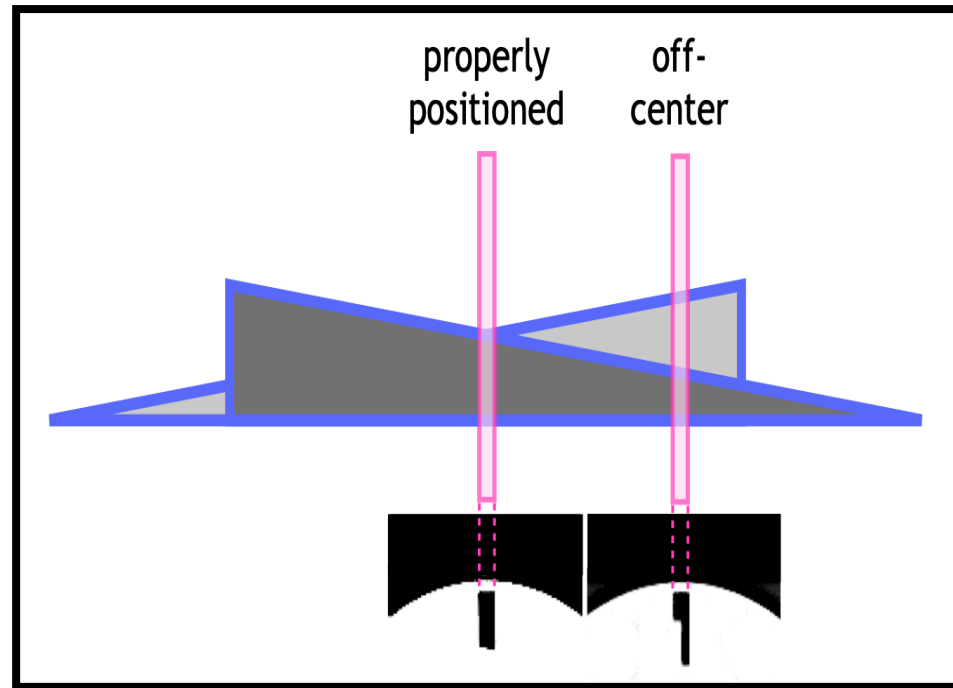


Εικόνα 2: Από το προφίλ της προβολής μίας δέσμης ακτινοβολίας που διέρχεται μέσα από ένα κεκλιμένο επίπεδο γωνίας θ , υπολογίζεται το πάχος τομής με απλή τριγωνομετρία.



Εικόνα 3: Το πάχος τομής ορίζεται σαν το FWHM της έντασης του σήματος

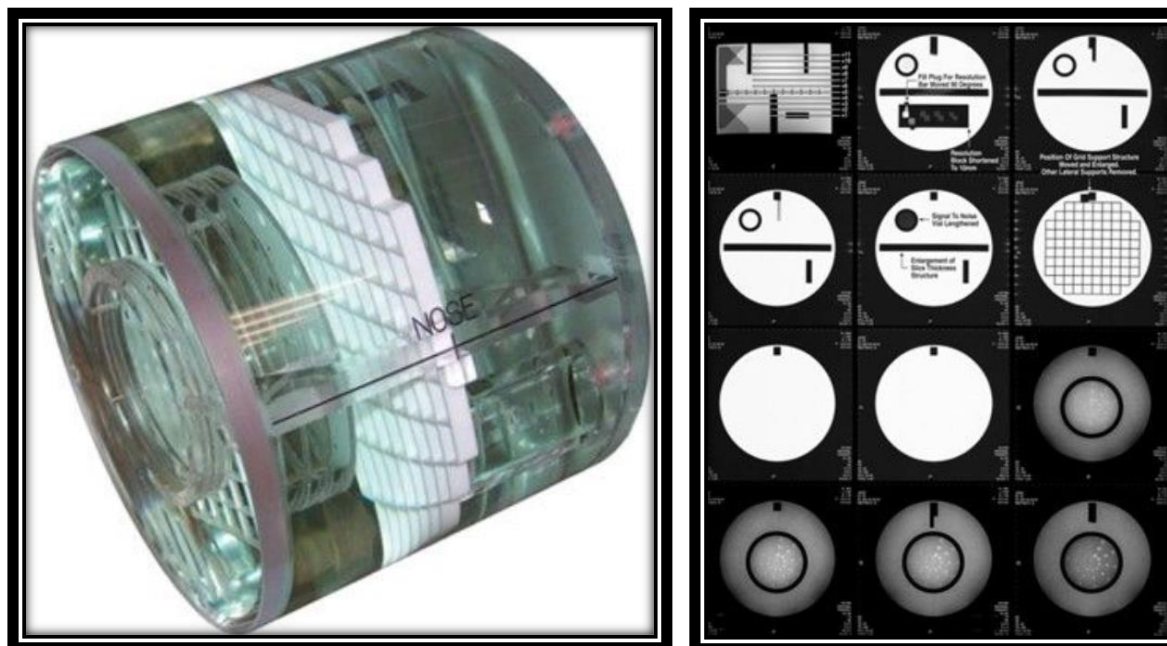
Ακρίβεια τοποθέτησης τομής



Εικόνα 4: Με την χρήση 2 διασταυρούμενων κεκλιμένων επιπέδων (αντίθετης κατεύθυνσης), καθορίζεται η ακρίβεια τοποθέτησης του τομογραφικού επιπέδου σάρωσης. Όταν το τομογραφικό επίπεδο τοποθετηθεί στο κέντρο των 2 τεμνόμενων κεκλιμένων επιπέδων, τότε θα εμφανιστούν 2 ράβδοι ίσου περίπου μήκους, ενώ όταν τοποθετηθεί λανθασμένα εκτός του κέντρου, τότε θα εμφανιστούν 2 ράβδοι άνισου μήκους.

Πίνακας παραμέτρων ποιότητας εικόνας των ακολουθιών ACR και απεικόνιση της ανάλυσης τους

Imaging parameters of ACR sequences			
Study	ACR sagittal locator	ACR Axial T1	ACR Axial T2 (double echo)
Pulse sequence	Spin echo	Spin echo	Spin echo
TR, ms	200	500	2000
TE, ms	20	20	20/80
FOV, cm	25	25	25
Number of slices	1	11	11
Slice thickness, mm	20	5	5
Slice gap, mm	–	5	5
NEX	1	1	1
Matrix	256 × 256	256 × 256	256 × 256
Scan time (min:sec)	0:56	2:16	8:56



Εικόνα 5 Αριστερά, απεικονίζεται το μεγάλο ομοίωμα ACR και δεξιά οι εικόνες που προκύπτουν από την ανάλυσή του (1 οβελιαία-sagittal και 11 εγκάρσιες-axial).

Πρωτόκολλα αναφοράς (Βιβλιογραφία)

1. AAPM (The American Association Of Physicists In Medicine). (2010). *Acceptance Testing and Quality Assurance Procedures for Magnetic Resonance Imaging Facilities*. (Report 100).
2. ACR (American College of Radiation). (2018). *Phantom Test Guidance for Use of the Large MRI Phantom for the MRI Accreditation Program 2 Large Phantom Guidance*.
3. IPEM (Institute of Physics and Engineering in Medicine). (1998). *Quality control in Magnetic Resonance Imaging*. ISBN 0-904181 901, (Report No. 80). UK.
4. ΕΕΑΕ (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας). (2013). *Πρωτόκολλο Ελέγχων ακτινοπροστασίας ασφάλειας και ποιότητας συστημάτων απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού*. Ανακτήθηκε από : https://eeae.gr/files/protokolla/protokollo_MRI.pdf.

Ιστορικό Αναθεωρήσεων Πρωτοκόλλων

Έκδοση	Ημερομηνία	Σημεία αναθεώρησης	Έγκριση από:	Υπογραφή
1η	06/2021	Αρχική έκδοση		