

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ, ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ και ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ**

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

**ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ**

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013**

## ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Τα όργανα και η μέθοδος ελέγχου μπορεί να διαφοροποιείται από τα αναφερόμενα στο παρόν πρωτόκολλο, εφόσον εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ακρίβεια στη μέτρηση/έλεγχο της αντίστοιχης παραμέτρου.
2. Σε περίπτωση που τα όρια του κατασκευαστή είναι αυστηρότερα αυτών που καθορίζονται στο παρόν πρωτόκολλο, θα ακολουθούνται τα όρια του κατασκευαστή.
3. Η εκτέλεση τμήματος των ελέγχων που περιγράφονται στο παρόν πρωτόκολλο, μπορεί να ανατεθεί από τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας σε άλλους συνεργάτες (χειριστές – τεχνολόγοι).
4. Η συχνότητα των ελέγχων που αναφέρεται στο παρόν πρωτόκολλο, βασίζεται στην εμπειρία και στη διεθνή βιβλιογραφία. Δεν ελήφθη υπόψη η αναγκαιότητα ελέγχων μετά από παρέμβαση διορθωτικής ή προληπτικής συντήρησης. Αυτοί πρέπει να εκτελούνται κατά την κρίση και με ευθύνη του υπευθύνου ακτινοπροστασίας.

**ΓΕΝΙΚΑ:** Έλεγχος συμβατότητας κατασκευής σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο IEC 60601-2-33.

## **(Α). Βασικοί έλεγχοι ακτινοπροστασίας και ασφάλειας συστήματος ΑΜΣ**

### **1. Γενικοί έλεγχοι**

- 1.1. Παράμετρος: Οπτικός έλεγχος και επισκόπηση θωρακίσεων στατικού μαγνητικού πεδίου, ηχητικών μονώσεων, ηλεκτρομαγνητικών θωρακίσεων (κλωβού Faraday), ασφάλισης/απασφάλισης κρουγόνων  
Όρια: Μελέτη εγκατάστασης του συστήματος  
Συχνότητα: Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια
- 1.2. Παράμετρος: Απογραφή και έλεγχος πηνίων, ακολουθιών λήψης, λογισμικού, περιφερικών συστημάτων (π.χ. εκτύπωση, επεξεργασία εικόνας, ηλεκτρονική αρχειοθέτηση), ηλεκτρονικών υπολογιστών, διευθύνσεων IP, DICOM, φωτισμού, εξαερισμού, ενδοεπικοινωνίας, κλειστού συστήματος παρακολούθησης, έγκαιρης προειδοποίησης εξεταζομένων, gating, παλμικής οξυμετρίας, ηλεκτροκαρδιογράφου, μετρητών χώρου επιπέδων οξυγόνου  
Μέθοδος: Καταγραφή & έλεγχος ορθής λειτουργίας  
Συνθήκες: Συνήθης λειτουργία  
Όρια: Συμβόλαιο/σύμβαση αγοράς & on/off  
Συχνότητα: Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις, ετήσια
- 1.3. Παράμετρος: Παρακολούθηση κατανάλωσης κρουγόνων και θερμοκρασίας της κρουγονικής δεξαμενής  
Εξοπλισμός: Κατάλληλος μετρητής, μέτρηση στάθμης  
Μέθοδος: Καταγραφή και σύγκριση μετρητικών ενδείξεων με τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς του κατασκευαστή  
Συνθήκες: Συνήθης λειτουργία  
Όρια: Τιμές αναφοράς του κατασκευαστή. Σταθερότητα στο χρόνο  
Συχνότητα: Καθημερινά

### **2. Έλεγχοι χώρων & θωρακίσεων**

- 2.1. Παράμετρος: Σάρωση χώρων, μέτρηση και καθορισμός/επισήμανση ισομαγνητικών γραμμών  
Εξοπλισμός: Πεδιάμετρο με ένδειξη mT, Gauss  
Μέθοδος: Μέτρηση ισομαγνητικών γραμμών σε τρεις διαστάσεις (x,y,z) στον H/M θωρακισμένο χώρο και στους γειτνιαζόντες χώρους του συστήματος ΑΜΣ. Αποτύπωση στα σχέδια κάτοψης και τομής του H/M θωρακισμένου χώρου (κλωβός Faraday) και των γειτνιαζόντων προς αυτόν χώρων, των ισομαγνητικών γραμμών με ισοτροπικές εντάσεις στατικού μαγνητικού πεδίου H<sub>0.15</sub>:15mT, H<sub>0.10</sub>:10mT, H<sub>0.5</sub>:5mT, H<sub>0.3</sub>:3mT, H<sub>0.5</sub>:0.5mT και H<sub>0.1</sub>:0.1mT. Σαφής & εμφανής καθορισμός, επισήμανση των ισομαγνητικών γραμμών με H<sub>0.5</sub>:0.5mT και H<sub>0.3</sub>:3mT.  
Συνθήκες: Το στατικό μαγνητικό πεδίο H<sub>0</sub> να είναι «ενεργοποιημένο»  
Όρια: Μελέτη εγκατάστασης του συστήματος

Συχνότητα: Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια

2.2.Παράμετρος: Έλεγχος και οπτική επισκόπηση των σημάνσεων και του σαφή και εμφανή καθορισμού των ισομαγνητικών γραμμών 0.5mT & 3mT

Μέθοδος: Οπτικός έλεγχος

Συνθήκες: Συνήθης λειτουργία

Ορια: Σαφής καθορισμός των ισομαγνητικών γραμμών με ισοτροπικές εντάσεις στατικού μαγνητικού πεδίου: H<sub>0,5</sub>:0.5mT και H<sub>0,3</sub>:3mT

Συχνότητα: Καθημερινά

2.3.Παράμετρος: Έλεγχος θωρακίσεων ραδιοσυχνοτήτων

Εξοπλισμός: Μετρητής ραδιοσυχνοτήτων με εύρος 1MHz-300MHz ή πομπός και δέκτης ραδιοσυχνοτήτων, συμβατοί με μαγνητικά πεδία

Μέθοδος: Καταγραφή σημάτων και αποτύπωση στα σχέδια κάτοψης και τομής του H/M θωρακισμένου χώρου (κλωβός Faraday)

Συνθήκες: Χρήση συγκεκριμένης συχνότητας

Ορια: Εξασθένηση 100dB σε 100MHz επίπεδο κύμα για συστήματα AMΣ με ονομαστική τιμή έντασης στατικού μαγνητικού πεδίου H<sub>0</sub> έως 1.5T.

Εξασθένηση 100dB σε 150-170MHz επίπεδο κύμα για συστήματα AMΣ με ονομαστική τιμή έντασης στατικού μαγνητικού πεδίου H<sub>0</sub> 3T.

Συχνότητα: Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια

2.4.Παράμετρος: Μέτρηση μέγιστης στάθμης ακουστικού θορύβου σε μονάδες dB(A)

Εξοπλισμός: Ολοκληρωτικό ηχόμετρο συμβατό με μαγνητικά πεδία Κλάσης 1 ή 2, με ένδειξη L<sub>A</sub> ή L<sub>eq</sub>.

Μέθοδος: Στους γεινιάζοντες χώρους του συστήματος AMΣ και στη θέση του αυτιού του εξεταζόμενου. Στάθμιση χρόνου: fast ή slow, στάθμιση συχνότητας: A, διάρκεια μέτρησης: ≥20s

Συνθήκες: Χρήση των χειριστών ακολουθιών λήψης στην κλινική ρουτίνα αναφορικά με τον ακουστικό θόρυβο, βάση του εγχειριδίου του κατασκευαστή. Επιπλέον, με χρήση ακολουθιών παιδιατρικών εξετάσεων, εφόσον είναι διαθέσιμες.

Ορια: Συστήνεται η χρήση μέσων ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) στους εξεταζόμενους, αν τα επίπεδα ακουστικού θορύβου υπερβαίνουν τα 80 dB(A)

Απαιτείται η χρήση ΜΑΠ στους εξεταζόμενους, αν τα επίπεδα ακουστικού θορύβου υπερβαίνουν τα 85 dB(A)

Εργαζόμενοι & Γενικός πληθυσμός όπως προβλέπεται από την Ελληνική Νομοθεσία

Συχνότητα: Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια

### 3. Μηχανικοί έλεγχοι συστήματος

3.1.Παράμετρος: Μετακίνηση και ακριβής θέση εξεταστικής τράπεζας

Εξοπλισμός: Χάρακες ακρίβειας  
Μέθοδος: Οπτικός έλεγχος  
Συνθήκες: Συνήθης λειτουργία  
Όρια: Ομαλή μετακίνηση - 2mm  
Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία

3.2. Παράμετρος: Συστήματα και διαδικασίες έκτακτης ανάγκης

Μέθοδος: Σύμφωνα με το εγχειρίδιο του κατασκευαστή. Ορθή λειτουργία συστημάτων έκτακτης ανάγκης συμπεριλαμβανομένων των κομβίων. Έλεγχος διαδικασιών αντιμετώπισης προβλημάτων των κρουογονικών συστημάτων π.χ. σε περίπτωση πτώσης τάσης του ρεύματος λειτουργίας τους, ύπαρξη εφεδρικών ηλεκτρο-παραγωγικών ζευγών, αυτόματη ειδοποίηση εξειδικευμένου προσωπικού κτλ.

Συνθήκες: Σε συνεργασία με την εταιρεία  
Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, ετήσια

3.3. Παράμετρος: Ακρίβεια τοποθέτησης εξεταζόμενου (laser)

Εξοπλισμός: Κατάλληλο κυλινδρικό ομοίωμα  
Μέθοδος: Λήψη τομής ελάχιστου πάχους. Σύγκριση με προσημειωμένες θέσεις φωτεινού πεδίου  
Συνθήκες: Συνήθης λειτουργία  
Όρια: <2mm  
Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία

**(B). Βασικοί έλεγχοι ποιότητας συστήματος ΑΜΣ**

1. Παράμετρος: Ομοιογένεια στατικού μαγνητικού πεδίου (H<sub>0</sub>)

Εξοπλισμός: Σφαιρικό η κυλινδρικό ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό

Μέθοδος 1: Φασματοσκοπική μέτρηση σήματος πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού

Σε συνθήκες φασματοσκοπίας, υπολογίζεται το εύρος στο ήμισυ του μεγίστου (FWHM) της φασματικής κατανομής (Hz). Μετατροπή της τιμής Hz σε ppm, με χρήση της σχέσης:

$$FWHM \text{ ppm} = \frac{FWHM(Hz)}{42.576 \left( \frac{MHz}{T} \right) \cdot H_0(T)}$$

Μέθοδος 2: Απεικόνιση παραμετρικών πινάκων διαφορών φάσεων

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

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 :

$$\Delta H_0 T = \frac{\Delta\varphi(rad)}{\gamma \frac{rad}{sec.T} \cdot TE2 - TE1 (sec)}$$

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τα τρία ανατομικά επίπεδα και υπολογίζεται η μέση τιμή  $\Delta H_0$  αναφορικά με τις διαστάσεις του ομοιώματος.

### Μέθοδος 3: Μέτρηση διαφοράς των ευρών ζώνης λήψης (Bandwidths)

Σε συνθήκες απεικόνισης λαμβάνονται δύο εικόνες ανά ανατομικό επίπεδο με χρήση ακολουθίας λήψης Spin Echo, σκιαγραφικής αντίθεσης πυκνότητας πρωτονίων, με διαφορετικά εύρη ζώνης λήψης. Η πρώτη εικόνα λαμβάνεται με ένα μικρό εύρος ζώνης (περίπου 5 KHz, BW1) και η δεύτερη με ένα μεγάλο εύρος ζώνης (περίπου 100 KHz, BW2). Εξαιτίας της μεγάλης διαφοράς των ευρών ζώνης λήψης προκύπτουν χωρικά παραμορφωμένες εικόνες. Η χωρική παραμόρφωση ( $X1 - X2$ ) πρακτικά συνδέεται με την ομοιογένεια του στατικού μαγνητικού πεδίου  $H_0$  με βασική προϋπόθεση την απόλυτη γραμμικότητα των βαθμίδων τουλάχιστον στις διαστάσεις του απεικονιζόμενου όγκου. Η αλλαγή του εύρους ζώνης λήψης επηρεάζει τη χωρική παραμόρφωση της εικόνας μόνο στον άξονα κωδικοποίησης της συχνότητας. Η χωρική παραμόρφωση ( $X1-X2$ ) πρέπει να εκτιμάται κατά μήκος του άξονα κωδικοποίησης της συχνότητας.

Η ομοιογένεια του στατικού μαγνητικού πεδίου ανά επίπεδο προκύπτει από την σχέση :

$$\Delta H_0 Hz = \frac{BW1(Hz) \cdot BW2 Hz \cdot (X1 - X2)(m)}{2\pi \frac{\gamma}{sec.T} \cdot FOV(m) \cdot BW1 - BW2 (Hz)}$$

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τα τρία ανατομικά επίπεδα και υπολογίζεται η μέση τιμή  $\Delta H_0$  αναφορικά με τις διαστάσεις του ομοιώματος.

Συνθήκες: Το ομοίωμα τοποθετείται στο ισόκεντρο. Χρήση ακολουθίας λήψης φασματικής κατανομής χωρίς τη χρήση βαθμιδωτών πεδίων για την μέθοδο 1. Χρήση κλασσικών απεικονιστικών τεχνικών για τις μεθόδους 2 και 3 (βλ. παραπάνω).

Όρια: <0.5rpm για σφαιρικό ομοίωμα διαμέτρου 35cm ή όρια του κατασκευαστή.

Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, εβδομαδιαία

## 2. Παράμετρος: Ομοιομορφία εικόνας AMΣ

Εξοπλισμός: Ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό. Το μήκος του ομοιώματος κατά μήκος του άξονα λήψης των τομών, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το συνολικό μήκος του απεικονιζόμενου όγκου συν δύο επιπλέον μέγιστα πάχη τομής.  
Μέθοδος: Σε κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος διαμέτρου 80% της πραγματικής διαμέτρου του ομοιώματος, με χρήση μικρών κυκλικών περιοχών ενδιαφέροντος (~1cm<sup>2</sup>) στο ομοίωμα, υπολογίζονται οι τιμές μέγιστου και ελάχιστου σήματος ( $S_{max}$ ,  $S_{min}$ , ιστογράμματα, μέσες τιμές). Η Ποσοστιαία Ολοκληρωτική Ομοιομορφία (PIU) δίνεται από τη σχέση:

$$PIU\% = 1 - \frac{S_{max} - S_{min}}{S_{max} + S_{min}} \cdot 100$$

Συνθήκες: Χρήση ακολουθίας λήψης Spin Echo-Multi-Slice σκιαγραφικής αντίθεσης έμφασης πυκνότητας πρωτονίων.

Όρια: PIU>90% για πηνίο εγκεφάλου, σε συστήματα AMΣ με ονομαστική τιμή έντασης στατικού μαγνητικού πεδίου  $H_0 \leq 2T$ .

Σε συστήματα AMΣ με ονομαστική τιμή έντασης στατικού μαγνητικού πεδίου  $H_0 > 2T$  και χρήση ομοιωμάτων νερού, PIU>80%.

Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, εβδομαδιαία

### 3. Παράμετρος: Λόγος σήματος προς θόρυβο

Εξοπλισμός: Ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό. Το μήκος του ομοιώματος κατά μήκος του άξονα λήψης των τομών, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το συνολικό μήκος του απεικονιζόμενου όγκου συν δύο επιπλέον μέγιστα πάχη τομής.

Μέθοδος 1: Λήψη δύο (2) τομών. Σε κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος διαμέτρου 80% της πραγματικής διαμέτρου του ομοιώματος, υπολογίζεται η μέση τιμή σήματος (S) στην τομή 1. Στην ίδια τομή (1) υπολογίζεται η τυπική απόκλιση (N) του υποστρώματος ( $SD_{background}$ ), σε περιοχή χωρίς εμφανείς ψευδενδείξεις, εκτός της εικόνας του ομοιώματος. Ο λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR) δίνεται από τη σχέση:

$$SNR = 0.655 \times \frac{S}{N}$$

Επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία για την τομή 2 και υπολογίζονται οι τιμές  $SNR_1$  και  $SNR_2$ .

Μέθοδος 2: Λήψη δύο (2) τομών. Σε κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος διαμέτρου 80% της πραγματικής διαμέτρου του ομοιώματος, υπολογίζεται η μέση τιμή σήματος (S) στην τομή 1. Αλγεβρική αφαίρεση τομών:

$$Τομή\ 1 - Τομή\ 2 = Τομή\ 3$$

Σε κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος ιδίων διαστάσεων, υπολογίζεται η τυπική απόκλιση (N) στην τομή 3. Ο λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR) δίνεται από τη σχέση:

$$SNR = 1.41 \times \frac{S}{N}$$

Επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία για την τομή 2 και υπολογίζονται οι τιμές  $SNR_1$  και  $SNR_2$ .

Συνθήκες: Χρήση ακολουθίας λήψης Spin Echo-Multi-Slice, σκιαγραφικής αντίθεσης έμφασης πυκνότητας πρωτονίων. Ο έλεγχος πραγματοποιείται και στα τρία (3) επίπεδα (οβελιαίο, στεφανιαίο και εγκάρσιο) για το πηνίο εγκεφάλου ή σώματος και σε ένα (1) επίπεδο, τουλάχιστον για τα πηνία εγκεφάλου και σώματος.

Όρια: Τιμές αναφοράς (baseline) όπως καθορίζονται κατά την αποδοχή του συστήματος ΑΜΣ (≥ όρια κατασκευαστή), αλλά πάντα >80 ανεξάρτητα από τη χρήση της μεθόδου 1 ή 2. Πρέπει πάντοτε να ικανοποιείται η παρακάτω σχέση:

$$0.9 < \frac{SNR1}{SNR2} < 1.1$$

Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, εβδομαδιαία

4. Παράμετρος: Χωρική διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης

Εξοπλισμός: Κατάλληλο ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό, το οποίο εμπεριέχει ειδικές δομές από παραλληλεπίπεδα αντικείμενα στο εσωτερικό του. Το μήκος του ομοιώματος κατά μήκος του άξονα λήψης της τομής πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσιο του μέγιστου πάχους τομής που χρησιμοποιείται.

Μέθοδος: Οδηγίες κατασκευαστή ομοιώματος - οπτική αναγνώριση ειδικών δομών και των μεταξύ τους διαχωριστικών αποστάσεων. Η μέτρηση πραγματοποιείται στις διευθύνσεις κωδικοποίησης συχνότητας και φάσης.

Συνθήκες: Χρήση ακολουθίας λήψης Spin Echo, Single-Slice, σκιαγραφικής αντίθεσης έμφασης πυκνότητας πρωτονίων ή ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή του ομοιώματος.

Όρια: Όρια του κατασκευαστή του ομοιώματος ή οπτική αναγνώριση ζευγών γραμμών με διαστάσεις ίσες προς τις διαστάσεις των εικονοστοιχείων ή με διαχωριστική απόσταση μεταξύ τους, τουλάχιστον ενός θεωρητικού pixel.

Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία

5. Παράμετρος: Γεωμετρική παραμόρφωση/χωρική γραμμικότητα εικόνας

Εξοπλισμός: Κατάλληλο ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό, το οποίο εμπεριέχει ειδικές δομές από πλέγμα ή οπές στο εσωτερικό του. Το μήκος του ομοιώματος κατά μήκος του άξονα λήψης της τομής πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσιο του μέγιστου πάχους τομής που χρησιμοποιείται.

Μέθοδος: Το ομοίωμα τοποθετείται στο ισόκεντρο και σε τουλάχιστον δύο (2) επιπλέον θέσεις εκτός ισοκέντρου. Η απεικόνιση πραγματοποιείται και στα τρία (3) επίπεδα (οβελιαίο, στεφανιαίο και εγκάρσιο). Μετρούνται οι δύο (2) κάθετες διαστάσεις του ομοιώματος ( $\Delta i_{\text{μετρ}}$  όπου  $i$ =οριζόντια, κάθετη) σε κάθε επίπεδο και υπολογίζεται η γεωμετρική παραμόρφωση (GD) από τη σχέση:

$$GD_{i,j} \% = 100 \cdot \frac{\Delta i_{\text{πραγμ}} - \Delta i_{\text{μετρ}}}{\Delta i_{\text{πραγμ}}}$$

όπου  $j$ = οβελιαίο, στεφανιαίο και εγκάρσιο.

Συνθήκες: Χρήση ακολουθίας λήψης Spin Echo, Single-Slice, σκιαγραφικής αντίθεσης έμφασης πυκνότητας πρωτονίων ή ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή του ομοιώματος.

Όρια:  $GD \leq 2\%$ . Σε συστήματα ΑΜΣ που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό θεραπείας,  $GD < 2\%$ .

Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, εβδομαδιαία

6. Παράμετρος: Πάχος τομής

Εξοπλισμός: Κατάλληλο ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό, το οποίο εμπεριέχει ειδικές δομές από plexiglass στο εσωτερικό του, οι οποίες διασταυρώνονται μεταξύ τους υπό γνωστή γωνία  $\theta$ . Το μήκος του ομοιώματος, κατά μήκος του άξονα λήψης της τομής, πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσιο του μέγιστου πάχους τομής που χρησιμοποιείται.

Μέθοδος: Οδηγίες του κατασκευαστή του ομοιώματος - λήψη τομής στο σημείο που τέμνονται οι ειδικές δομές και σχεδιασμός καμπυλών κατατομής κατά μήκος της εικόνας των δύο (2) ειδικών δομών. Υπολογίζεται το εύρος στο ήμισυ του μεγίστου (FWHM) για κάθε καμπύλη (a και b). Το πάχος τομής δίνεται από τη σχέση:

$$FWHM = \frac{a + b \cos\theta + \sqrt{a + b^2 \cos^2\theta + 4ab \sin^2\theta}}{2 \sin\theta}$$

Συνθήκες: Χρήση ακολουθίας λήψης Spin Echo, Single-Slice σκιαγραφικής αντίθεσης έμφασης πυκνότητας πρωτονίων

Όρια:  $\pm 10\%$  της ονομαστικής τιμής για τομές πάχους  $\geq 5\text{mm}$

$\pm 5\%$  της ονομαστικής τιμής για τομές πάχους  $< 5\text{mm}$

Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία

7. Παράμετρος: Ποσοστιαία εκτίμηση ψευδενδείξεων σήματος

Εξοπλισμός: Ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό. Το μήκος του ομοιώματος κατά μήκος του άξονα λήψης των τομών, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το συνολικό μήκος του απεικονιζόμενου όγκου συν δύο επιπλέον μέγιστα πάχη τομής.

Μέθοδος: Σε κυκλική περιοχή ενδιαφέροντος διαμέτρου 80% της πραγματικής διαμέτρου του ομοιώματος, υπολογίζεται η μέση τιμή σήματος (S). Με χρήση ορθογώνιων περιοχών ενδιαφέροντος υπολογίζονται οι μέσες τιμές σήματος του υποστρώματος (S) σε περιοχές εκτός της εικόνας του ομοιώματος, στις διευθύνσεις κωδικοποίησης συχνότητας και φάσης. Οι μέσες τιμές σήματος του υποστρώματος καλούνται  $S_{FEi}$  όπου  $i=1,2$  στη διεύθυνση κωδικοποίησης συχνότητας και  $S_{PEi}$  όπου  $i=1,2$  στη διεύθυνση κωδικοποίησης φάσης. Υπολογίζεται ο λόγος:

$$GR \% = 100 \cdot \frac{S_{FE1} + S_{FE2} - S_{PE1} + S_{PE2}}{2S}$$

Συνθήκες: Χρήση ακολουθίας λήψης Spin Echo, Multi-Slice σκιαγραφικής αντίθεσης έμφασης πυκνότητας πρωτονίων

Όρια: Όρια του κατασκευαστή ή  $GR \leq 1\%$

Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία

8. Παράμετρος: Σταθερότητα/μετατόπιση στατικού μαγνητικού πεδίου

Εξοπλισμός: Ομοιογενές ομοίωμα με μη αγώγιμο υλικό. Το μήκος του ομοιώματος κατά μήκος του άξονα λήψης των τομών, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το συνολικό μήκος του απεικονιζόμενου όγκου συν δύο επιπλέον μέγιστα πάχη τομής.

Μέθοδος: Το ομοίωμα τοποθετείται πάντα στην ίδια θέση ως προς το υπό χρήση πηνίο. Πραγματοποιείται prescan. Μετριέται και καταγράφεται η συχνότητα συντονισμού του συστήματος ΑΜΣ.

Συνθήκες: Χρήση ακολουθίας λήψης Spin Echo, Single-Slice σκιαγραφικής αντίθεσης έμφασης πυκνότητας πρωτονίων

Όρια:  $<1\text{rpm/ημέρα}$  κατά την εγκατάσταση και  $<0.25\text{rpm/ημέρα}$  μετά από δύο μήνες εύρυθμης λειτουργίας (Υπεραγωγιμοί μαγνήτες)

$<10\text{rpm/ημέρα}$  κατά την εγκατάσταση και  $<5\text{rpm/ημέρα}$  μετά από δύο μήνες εύρυθμης λειτουργίας (Μόνιμοι μαγνήτες)

Συχνότητα: Κατά τον έλεγχο αποδοχής, καθημερινά για χρονικό διάστημα τριών (3) μηνών μετά την αποδοχή, μηνιαία

| ΠΕΡΙΛΗΠΤΙΚΑ |   |   |
|-------------|---|---|
| A.1.1.1     | Οπτικός έλεγχος & επισκόπηση θωρακίσεων στατικού μαγνητικού πεδίου, ηχητικών μονώσεων, ηλεκτρομαγνητικών θωρακίσεων (κλωβού Faraday), ασφάλισης/απασφάλισης κρουγόνων   | Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια                               |
| A.1.1.2     | Απογραφή & έλεγχος πηνίων, ακολουθιών λήψης, λογισμικού, περιφερικών συστημάτων (π.χ. εκτύπωση, επεξεργασία εικόνας, ηλεκτρονική αρχειοθέτηση), ηλεκτρονικών υπολογιστών, διευθύνσεων IP, DICOM, φωτισμού, εξαερισμού, ενδοεπικοινωνίας, κλειστού συστήματος παρακολούθησης, έγκαιρης προειδοποίησης εξεταζόμενων, gating, παλμικής οξυμετρίας, ηλεκτροκαρδιογράφου, μετρητών χώρου επιπέδων οξυγόνου | Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια                               |
| A.1.1.3     | Παρακολούθηση κατανάλωσης κρουγόνων & θερμοκρασίας κρουγονικής δεξαμενής  | Καθημερινά  |
| A.2.2.1     | Σάρωση χώρων, μέτρηση & καθορισμός/επισήμανση ισομαγνητικών γραμμών   | Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια                               |
| A.2.2.2     | Έλεγχος & οπτική επισκόπηση σημάνσεων & σαφή/εμφανή καθορισμού των ισομαγνητικών γραμμών 0.5mT & 3mT  | Καθημερινά  |
| A.2.2.3     | Έλεγχος θωρακίσεων ραδιοσυχνότητων  | Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια                               |
| A.2.2.4     | Μέτρηση μέγιστης στάθμης ακουστικού θορύβου σε μονάδες dB(A)  | Κατά την εγκατάσταση, μετά από βασικές επεμβάσεις στο σύστημα, ετήσια                               |
| A.3.3.1     | Μετακίνηση & ακριβής θέση εξεταστικής τράπεζας  | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία   |
| A.3.3.2     | Συστήματα & διαδικασίες έκτακτης ανάγκης  | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, ετήσια  |
| A.3.3.3     | Ακρίβεια τοποθέτησης εξεταζόμενου (laser)   | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία   |
| B.1         | Ομοιογένεια στατικού μαγνητικού πεδίου (H0)   | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, εβδομαδιαία   |
| B.2         | Ομοιομορφία εικόνας ΑΜΣ   | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, εβδομαδιαία   |
| B.3         | Λόγος σήματος προς θόρυβο   | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, εβδομαδιαία   |
| B.4         | Χωρική διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης  | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία   |
| B.5         | Γεωμετρική παραμόρφωση/χωρική γραμμικότητα εικόνας  | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, εβδομαδιαία   |
| B.6         | Πάχος τομής   | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία   |
| B.7         | Ποσοστιαία εκτίμηση ψευδενδείξεων σήματος   | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, μηνιαία   |
| B.8         | Σταθερότητα/μετατόπιση στατικού μαγνητικού πεδίου   | Κατά τον έλεγχο αποδοχής, καθημερινά για χρονικό διάστημα τριών (3) μηνών μετά την αποδοχή, μηνιαία |