

**Κατευθυντήριες οδηγίες
για τα πρωτόκολλα περιοδικών ελέγχων ποιότητας
υπολογιστικών τομογράφων (CT)**

Νοέμβριος 2019

ΚΑ-ΕΕΑΕ-ΚΟ-112019-02

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. Εισαγωγή	2
Πίνακας 1: Περιοδικοί έλεγχοι ποιότητας υπολογιστικού τομογράφου (CT).....	3
2. Συντομογραφίες και συμβολισμοί.....	10
3. Γενικές παρατηρήσεις	10
4. Βιβλιογραφία.....	10

1. Εισαγωγή

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες αφορούν τα πρωτόκολλα ελέγχων ποιότητας και τα κριτήρια αποδοχής συστημάτων υπολογιστικής τομογραφίας. Αναρτώνται στον διαδικτυακό τόπο της ΕΕΑΕ, κατ' εφαρμογή της παρ. 3 του άρθρου 60 του π. δ. 101/2018 (Α'194), προς διευκόλυνση των οργανισμών αναφορικά με την απαίτηση ότι ο χρησιμοποιούμενος ακτινικός εξοπλισμός ελέγχεται αυστηρά όσον αφορά την ακτινοπροστασία καθώς και τη διασαφήνιση του πότε απαιτείται η λήψη κατάλληλων διορθωτικών ενεργειών, συμπεριλαμβανομένης της διακοπής της λειτουργίας του εξοπλισμού.

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες έχουν συνταχθεί από ειδική ομάδα εργασίας της Ένωσης Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος (ΕΦΙΕ), βάσει των σχετικών διεθνών και ευρωπαϊκών πρωτοκόλλων.

Σημειώνεται ότι οι κατευθυντήριες οδηγίες δεν θεσπίζουν νέες ρυθμίσεις αλλά παρέχουν διευκρινίσεις στα θέματα που αφορούν. Ο εκάστοτε οργανισμός οφείλει να συμμορφώνεται με το σύνολο των νομοθετικών απαιτήσεων. Συνεπώς, οι κατευθυντήριες οδηγίες δεν καταργούν ούτε μεταβάλλουν την υποχρέωση των οργανισμών να συμμορφώνονται με το σύνολο των απαιτήσεων που απορρέουν από τους Κανονισμούς Ακτινοπροστασίας (ΚΑ). Ο υπόχρεος οργανισμός μπορεί να κληθεί να αποδείξει ότι συμμορφώνεται με το πλαίσιο των ΚΑ με οποιοδήποτε πρόσφορο μέσο ή μεθοδολογία.

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες αναθεωρούνται όποτε κριθεί απαραίτητο λαμβανομένων υπόψη των τεχνολογικών εξελίξεων.

Πίνακας 1: Περιοδικοί έλεγχοι ποιότητας υπολογιστικού τομογράφου (CT)

ΕΛΕΓΧΟΣ (ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ)	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ
Έλεγχος ενδείξεων, σήμανσης και εξαρτημάτων ακτινοπροστασίας.					
Οπτική επιθεώρηση ενδεικτικών λυχνιών, ψηφιακών ενδείξεων, σήμανσης κλπ.	Επιβεβαίωση λειτουργίας των φωτεινών ενδείξεων του CT για τη μετακίνηση της εξεταστικής τράπεζας (κατά μήκος και καθ' ύψος), των εσωτερικών και εξωτερικών lasers ευθυγράμμισης/ τοποθέτησης ασθενούς και της γωνίας του Gantry. Επίσης, έλεγχος της λειτουργίας της ενδεικτικής λυχνίας ακτινοβολήσης (X-ray ON) και του συστήματος ηχητικής και οπτικής επικοινωνίας (CCTV) με τον ασθενή. Τέλος, έλεγχος ύπαρξης εξαρτημάτων ακτινοπροστασίας και προειδοποιητικής σήμανσης για ελεγχόμενη περιοχή και πιθανότητα εγκυμοσύνης.			ΝΑΙ / ΟΧΙ	Μηνιαία.
Γεωμετρική ακρίβεια: (1). Lasers ευθυγράμμισης. (2). Θέσης τοπογράμματος (SPR).	Τα lasers ευθυγράμμισης και τα όρια της εικόνας του τοπογράμματος πρέπει να συμπίπτουν γεωμετρικά με τα όρια της σάρωσης. (Η ευθυγράμμιση με τα εξωτερικά lasers πρέπει να συμπίπτει με αυτή με τα εσωτερικά lasers).	Κυλινδρικό ομοίωμα με οπτικές ενδείξεις/ σημάδια των τριών επιπέδων (εγκάρσιο, στεφανιαίο, οβελιαίο) και αντίστοιχες εγχοπές ή ακτινοσκοιρά σημάδια για την απεικόνιση των αντίστοιχων επιπέδων στις εικόνες CT.	<ul style="list-style-type: none"> Χρήση του ελάχιστου διαθέσιμου πάχους ανακατασκευής εικόνας. Επικέντρωση του ομοιώματος ώστε οι οπτικές ενδείξεις του να ταυτίζονται με τα lasers (και στα τρία επίπεδα). Μηδενισμός της θέσης της τράπεζας. Διενέργεια σάρωσης (axial). Διενέργεια σάρωσης (SPR). Επιλογή στο SPR της θέσης των σημαδιών. Διενέργεια σάρωσης axial. 	(1) & (2): Σύγκριση της θέσης των σημαδιών των τριών επιπέδων στις εικόνες με τις αναμενόμενες. Laser: $\leq \pm 5$ mm SPR: $\leq \pm 2$ mm ή όρια κατασκευαστή.	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Ακρίβεια μετακίνησης εξεταστικής τράπεζας. (Ισχύει και για τα εξωτερικά lasers) [‡] .	Η απόσταση μετακίνησης της εξεταστικής τράπεζας πρέπει να ταυτίζεται με την οριζόμενη στην κονσόλα και την ένδειξη του Gantry.	Κατάλληλο ομοίωμα με δυο σετ εξωτερικών σημαδιών γνωστής απόστασης.	<ul style="list-style-type: none"> Προσομοίωση φορτίου με προσθήκη βάρους στην άκρη της τράπεζας. Τοποθέτηση της τράπεζας ώστε το πρώτο σετ εξωτερικών σημαδιών να συμπίπτει στο εγκάρσιο επίπεδο με τα lasers και μηδενισμός της ένδειξης θέσης τράπεζας. Μετακίνηση τράπεζας ώστε το δεύτερο σετ σημαδιών να ευθυγραμμιστεί με τα lasers και καταγραφή της νέας θέσης. Μετακίνηση τράπεζας στη μέγιστη απόσταση, επιστροφή στο σημείο του πρώτου σετ σημαδιών και καταγραφή της τελικής θέσης. 	Η μετρηθείσα απόσταση μεταξύ των δυο σετ σημαδιών να μην αποκλίνει πάνω από ± 2 mm από την πραγματική τους απόσταση. Απόσταση μεταξύ αρχικής και τελικής θέσης του πρώτου σετ σημαδιών $\leq \pm 2$ mm.	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις. (Μηνιαία) [‡] .

ΕΛΕΓΧΟΣ (ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ)	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ
Κλίση Gantry [†] .	Έλεγχος της ακρίβειας της κλίσης του Gantry.	Κατάλληλο ομοίωμα με δυο σετ εξωτερικών σημαδιών γνωστής απόστασης.	<ul style="list-style-type: none"> • Τοποθέτηση και ευθυγράμμιση του ομοιώματος με τα laser. • Κλίση του Gantry στη μέγιστη δυνατή γωνία, και επαναφορά του στη θέση μηδέν. • Μετακίνηση της τράπεζας προς τα πάνω και προς τα κάτω ώστε να επιβεβαιωθεί ότι το επίπεδο του κατακόρυφου laser παραμένει σταθερό. • Επανάληψη της διαδικασίας προς την αντίθετη κατεύθυνση. 	Απόκλιση $\leq \pm 1^\circ$ κατά την επαναφορά του Gantry στη θέση μηδέν.	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις
Έλεγχος παραμέτρων ποιότητας εικόνας: Γραμμικότητα και ομοιογένεια CT Number, θόρυβος εικόνας.					
Αριθμός CT (CT# _w) & θόρυβος (SD _w) για το νερό.	Έλεγχος της βαθμονόμησης για το νερό και της σταθεροποίησης του θορύβου (κβαντικού και ηλεκτρονικού) στα αποδεκτά επίπεδα.	Κατάλληλο κυλινδρικό ομοίωμα, με ομοιογενή περιοχή νερού.	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial ή helical. • 120 kV* (AT) και όλα τα κλινικά χρησιμοποιούμενα kV. • Όλα τα κλινικά χρησιμοποιούμενα FOV. <p>- Τοποθέτηση του ομοιώματος στο ισόκεντρο.</p> <p>- Επιλογή ROI επιφάνειας ~400 mm², στο κέντρο της μεσαίας εικόνας και όλων των εικόνων της ομοιογενούς περιοχής.</p> <p>* κλινικά συνηθέστερη τιμή kV.</p>	CT# _w : 0±5 HU SD: $\leq \pm 25\%$ των τιμών αναφοράς (baseline values) ή αντίστοιχα όρια κατασκευαστή.	Καθημερινά. - Κάθε τετράμηνο μόνο για τα 120 kV. - Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Ομοιογένεια CT# _w .	Εντοπισμός ανομοιογενειών στους αριθμούς CT, σε εικόνες προερχόμενες από ομοιογενή περιοχή νερού του ομοιώματος.	Κατάλληλο κυλινδρικό ομοίωμα, με ομοιογενή περιοχή νερού.	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial ή helical. • 120 kV και όλα τα κλινικά χρησιμοποιούμενα kV. • Όλα τα κλινικά χρησιμοποιούμενα FOV. <p>- Σχεδιασμός πέντε διαφορετικών ROIs (κέντρο, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00), με επιφάνεια ~1% του ομοιώματος και σε απόσταση από τα εξωτερικά όρια του ομοιώματος όση η διάμετρος κάθε ROI.</p>	Διαφορά των CT# _w κάθε περιμετρικού ROI από το κεντρικό: $\leq \pm 5$ HU ή όρια κατασκευαστή.	Κάθε τετράμηνο μόνο για τα 120 kV. - Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.

ΕΛΕΓΧΟΣ (ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ)	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ
			- Καταγραφή των CT# _w και υπολογισμός της διαφοράς περιμετρικών και κεντρικού ROI.		
(1) Ακρίβεια CT# διαφόρων υλικών. (2) Γραμμικότητα CT# ως προς την ηλεκτρονική πυκνότητα [†] .	(1) Επιβεβαίωση της βαθμονόμησης των CT# για διαφορετικά υλικά. (2) Για CT που χρησιμοποιούνται στην ακτινοθεραπεία, ελέγχεται και η γραμμικότητα των CT# συναρτήσει της ηλεκτρονικής πυκνότητας.	(1) Κατάλληλο ομοίωμα με διάφορες δομές γνωστών CT#. (2) Κατάλληλο ομοίωμα με διάφορες δομές από υλικά γνωστής ηλεκτρονικής πυκνότητας.	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial ή helical. • 120 kV και όλα τα κλινικά χρησιμοποιούμενα kV. • Όλα τα κλινικά χρησιμοποιούμενα FOV (επιθυμητό). <p>Κατάλληλη επιλογή παραθύρου (WW, WL) ώστε να είναι ορατές οι δομές και καταγραφή των CT# για ROI εντός κάθε δομής.</p>	Ακρίβεια CT#: εντός ορίων κατασκευαστή για κάθε υλικό & ελεγχόμενη τάση Γραφική παράσταση των τιμών CT# συναρτήσει των τιμών ηλεκτρονικής πυκνότητας. Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης $r \sim 1$ (± 0.01)	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Εκτίμηση ψευδενδείξεων (ψευδοεικόνων)	Εντοπισμός πιθανών ψευδοεικόνων.	Κατάλληλο ομοιόμορφο κυλινδρικό ομοίωμα νερού ή άλλου υλικού μεγάλης διαμέτρου (π.χ. το ομοίωμα με διάμετρο 32 cm για τις μετρήσεις του CTDI). Εναλλακτικά, σάρωση χωρίς ομοίωμα.	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial • Collimation: επιλογή του συνδυασμού με το μεγαλύτερο διαθέσιμο αριθμό τομών (N) και με το μικρότερο διαθέσιμο πάχος τομής (T). • Πάχος των ανακατασκευασμένων εικόνων (ST): το μικρότερο διαθέσιμο. • Επιλογή κατάλληλου WW, WL. <p><i>Εναλλακτικά: Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία χωρίς ομοίωμα, δηλ. σάρωση στον αέρα με το μεγαλύτερο SFOV, με 120 kV & ~50 mAs.</i></p> <p>Οπτική εκτίμηση παρουσίας εμφανών ψευδοεικόνων (γραμμές, δαχτυλίδια, ραβδώσεις κλπ.).</p>	NAI / OXI	Καθημερινά – Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Πάχος απεικονιζόμενης τομής	Η ανακατασκευασμένη τομή πρέπει να απεικονίζει συγκεκριμένο πάχος ιστού (το πάχος της απεικονιζόμενης τομής πρέπει να αντιστοιχεί στο ονομαστικό πάχος που επιλέγεται στην κονσόλα).	Κατάλληλο κυλινδρικό ομοίωμα που περιέχει δυο λεπτά μεταλλικά κεκλιμένα επίπεδα (π.χ. ράμπα με διακριτούς δίσκους ή σύρματα)	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial ή helical. • Όλοι οι διαθέσιμοι συνδυασμοί N x T (detector configuration) & pitch (αν η σάρωση είναι helical). • Υπολογισμός πάχους τομής (ST) από το γινόμενο: $FWHM \times \epsilon\phi(\theta)$ ή 	<ul style="list-style-type: none"> • Ονομαστικό ST ≤ 1 mm: Μετρούμενο πάχος \leq ονομαστικό + 0.5 mm • 1<ονομαστ. ST ≤ 2 mm: Μετρούμενο 	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.

ΕΛΕΓΧΟΣ (ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ)	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ
		γνωστής γωνίας θ ως προς το εγκάρσιο επίπεδο.	βάσει του εγχειριδίου του κατασκευαστή.	πάχος \leq ονομαστικό \pm 50%. • Ονομαστικό ST >2 mm: Μετρούμενο πάχος \leq ονομαστικό \pm 1 mm.	
Πάχος ακτινοβολούμενης περιοχής	Σύγκριση πάχους ακτινοβολούμενης περιοχής με το επιλεγμένο ονομαστικό εύρος δέσμης (NxT)			Όρια κατασκευαστή	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Χωρική διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης	Διαγνωστική ποιότητα εικόνας, όσον αφορά στην διάκριση δομών χαμηλής αντίθεσης.	Κατάλληλο ομοίωμα που περιλαμβάνει δομές χαμηλής αντίθεσης σε σχέση με τις περιβάλλουσες δομές.	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial ή helical. • Αλγόριθμος ανακατασκευής: ο προτεινόμενος από τον κατασκευαστή του ομοιώματος. • Κατάλληλη επιλογή παραθύρου (WW, WL) ώστε να είναι ορατές οι δομές. - Δημιουργία 2 ROIs: μια στη δομή και μια γύρω από τη δομή και καταγραφή των CT# και SD για τις ROI εντός της κάθε δομής. - Υπολογισμός CNR. 	Όρια κατασκευαστή για το CNR.	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Χωρική διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης	Διαγνωστική ποιότητα εικόνας, όσον αφορά στην διάκριση δομών υψηλής αντίθεσης.	Κατάλληλο ομοίωμα που περιλαμβάνει δομές υψηλής αντίθεσης σε σχέση με τις περιβάλλουσες δομές.	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial ή helical. • Αλγόριθμος ανακατασκευής: ο προτεινόμενος από τον κατασκευαστή του ομοιώματος. • Κατάλληλη επιλογή παραθύρου (WW, WL). • Καταγραφή της διακρινόμενης δομής που αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη χωρική συχνότητα. 	Όρια κατασκευαστή για τη διακριτική ικανότητα εκφρασμένη σε lp/mm (κατ' ελάχιστον 0,5) ή για τις τιμές του MTF εφόσον υπάρχει λογισμικό για τον υπολογισμό του.	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Δοσιμετρία: Μέτρηση τιμών CTDI.					
Έλεγχος ενδείξεων δόσης συστήματος (CTDI)	Πιστοποίηση της καλής λειτουργίας του συστήματος όσον αφορά στην εκτίμηση των δοσιμετρικών δεικτών που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της δόσης στον εξεταζόμενο.	<ul style="list-style-type: none"> • Βαθμονομημένο ηλεκτρόμετρο και θάλαμος ιονισμού (τύπου pencil-beam) με μήκος άνω των 10 cm. (Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί 	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial (helical για εναλλακτικό τύπο δοσιμέτρου) • Χρησιμοποίηση του κατάλληλου συνδυασμού ομοιώματος και πρωτοκόλλου εξέτασης (κεφαλής ή σώματος). 	Αποκλίσεις μεταξύ των μετρούμενων τιμών CTDI και των αναγραφόμενων στην κονσόλα χειρισμού ή τα όρια κατασκευαστή: $\leq \pm 20$ %.	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.

ΕΛΕΓΧΟΣ (ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ)	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ
		<p>δοσίμετρο με σημειακό ανιχνευτή στερεάς κατάστασης)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ομοίωμα κεφαλής από PMMA διαμέτρου 16 cm. • Ομοίωμα σώματος από PMMA διαμέτρου 32 cm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ευθυγράμμιση του ομοιώματος και κεντράρισμα στο ισόκεντρο, εισαγωγή του θαλάμου αρχικά στην κεντρική οπή του ομοιώματος και μετά διαδοχικά στις περιφερειακές οπές (03:00, 06:00, 09:00, 12:00). • Καταγραφή των μετρούμενων τιμών δόσης και των αντιστοιχών τιμών CTDI_{vol} που αναγράφονται στην κονσόλα χειρισμού, για κάθε ελεγχόμενο πρωτόκολλο. • Σύγκριση των υπολογιζόμενων από τις μετρήσεις τιμών CTDI (CTDI_w ή CTDI_{vol}) με τις αντίστοιχες τιμές που προκύπτουν από τις ενδείξεις στην κονσόλα χειρισμού. 		
Μετρήσεις CTDI στον αέρα	Έλεγχος παροχής συστήματος			Απόκλιση από τις τιμές του κατασκευαστή ≤ ±20 %.	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Έλεγχος λειτουργίας γεννήτριας, λυχνίας & παραμέτρων έκθεσης: Τάση, παροχή (γραμμικότητα & επαναληψιμότητα) και HVL.					
Υψηλή τάση (kV) & πάχος υποδιπλασιασμού (HVL) [†]	Όταν οι δόσεις CTDI είναι σημαντικά υψηλότερες του αναμενόμενου, γίνεται διερεύνηση της ακρίβειας των kV και της επάρκειας των φίλτρων.	Κατάλληλο δοσίμετρο και ηλεκτρόμετρο.	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial • Λυχνία ακίνητη στην υψηλότερη θέση (rotation off), μέγιστο εύρος δέσμης, δοσίμετρο πάνω στην ακίνητη τράπεζα, με την ενεργή περιοχή του στο ισόκεντρο. • Μέτρηση για διάφορες τιμές kV, mA και χρόνου έκθεσης (επαναληψιμότητα/γραμμικότητα). 	Αποκλίσεις μεταξύ μετρούμενης και ονομαστικής τάσης και HVL ≤ ±5 % ή σύμφωνα με τα όρια του κατασκευαστή.	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις.
Εύρος δέσμης ακτίνων-X	Μέτρηση του εύρους της δέσμης του πεδίου ακτινοβολίας για διάφορες επιλογές collimation.	Εξωτερικός ανιχνευτής π.χ. κασέτα CR ή ψηφιακή. (Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί δοσίμετρο με σημειακό ανιχνευτή στερεάς κατάστασης).	<ul style="list-style-type: none"> • Scan mode: axial (helical για εναλλακτικό τύπο δοσιμέτρου) • Τοποθέτηση της κασέτας στην τράπεζα, στο ύψος του ισοκέντρου. • Ακτινοβολία για κάθε διαθέσιμο συνδυασμό ονομαστικού εύρους δέσμης NxT. • Μέτρηση του πεδίου ακτινοβολίας (FWHM του προφίλ έκθεσης). 	<p>Το εύρος του πεδίου ακτινοβολίας ≥ ονομαστικού εύρους δέσμης.</p> <p>Απόκλιση μεταξύ πραγματικού και ονομαστικού πεδίου ≤ 3 mm ή 30% (το μεγαλύτερο από τα</p>	Ετήσια & μετά από συντήρηση ή σημαντικές παρεμβάσεις

ΕΛΕΓΧΟΣ (ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ)	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ
				δύο), ή όρια κατασκευαστή.	
Έλεγχος εξεταστικών πρωτοκόλλων για τις συχνότερα διενεργούμενες εξετάσεις & σύγκριση με ΔΕΑ.					
Ανασκόπηση κλινικών πρωτοκόλλων†	Έλεγχος της καταλληλότητας των εφαρμοζόμενων πρωτοκόλλων εξέτασης, λαμβανομένων υπόψη των τεχνικών δυνατοτήτων κάθε συστήματος. Καταγραφή και βελτιστοποίηση πρωτοκόλλων εξέτασης, σε συνεργασία με τον υπεύθυνο ιατρό ακτινολόγο. (Βελτιστοποίηση: Ελαχιστοποίηση δόσης στον εξεταζόμενο με διατήρηση της διαγνωστικής ποιότητας εικόνας)		Έλεγχος πρωτοκόλλων εξέτασης, κυρίως για εξετάσεις ενηλίκων (εγκεφάλου, θώρακα, κοιλίας, κλπ.), εξετάσεις αιμάτωσης εγκεφάλου (αν διενεργούνται), και παιδιατρικές εξετάσεις (αν διενεργούνται). Ενδεικτικά καταγράφονται: • kV, mAs, χρόνος περιστροφής. • N x T, Pitch. • Πάχος τομής της ανακατασκευασμένης εικόνας. • Αλγόριθμος ανακατασκευής (kernel). • Τεχνικές μείωσης της δόσης (π.χ. χρήση AEC, auto mA, Noise Index κλπ.). • Τιμές CTDI _{vol} & DLP.	Σύγκριση με Εθνικά ή/και Διεθνή Διαγνωστικά Επίπεδα Αναφοράς για CTDI _{vol} και DLP. Η ποιότητα απεικόνισης πρέπει να είναι ικανοποιητική για τους διαγνωστικούς σκοπούς της κάθε εξέτασης.	Ετήσια
Τυπικές τιμές δόσης ασθενών - Διαγνωστικά Επίπεδα Αναφοράς (ΔΕΑ)	Μέτρηση των δοσιμετρικών μεγεθών, για τον υπολογισμό τυπικών τιμών δόσης ασθενών. Αφορά σε όλες τις εξετάσεις για τις οποίες έχουν θεσπισθεί εθνικά ΔΕΑ.	Σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕΑΕ για μετρήσεις τυπικών τιμών δόσης ασθενών, οι οποίες είναι αναρτημένες στο site της ΕΕΑΕ : ψηφιακές υπηρεσίες.	Σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕΑΕ για μετρήσεις τυπικών τιμών δόσης ασθενών, οι οποίες είναι αναρτημένες στο site της ΕΕΑΕ : ψηφιακές υπηρεσίες. Αφορά σε όλες τις εξετάσεις για τις οποίες έχουν θεσπισθεί εθνικά ΔΕΑ.	Σύγκριση με τις τιμές αναφοράς. Σύμφωνα με τα εκάστοτε θεσμοθετημένα εθνικά ΔΕΑ.	Ετήσια
Έλεγχος συστήματος απεικόνισης και εκτύπωσης					
Σύστημα απεικόνισης: απόδοση της κλίμακας του γκρι.	Όλο το εύρος των διαβαθμίσεων γκρι πρέπει να απεικονίζεται στις οθόνες.	SMPTE test pattern.	Απεικόνιση του SMPTE test pattern στην οθόνη της κονσόλας με τα κατάλληλα WW, WL που ορίζει ο κατασκευαστής.	Απεικόνιση όλης της κλίμακας των διαφορετικών επιπέδων του γκρι. Διάκριση των περιοχών με line pair test objects (HCR & LCR). Διάκριση ένθετων δομών: • 5% εντός του 0%. • 95% εντός 100%.	Κάθε τετράμηνο

ΕΛΕΓΧΟΣ (ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ)	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ
Σύστημα εκτύπωσης	Ποιότητα εκτύπωσης φιλμ ώστε να έχει διαγνωστική αξία, σταθερή διαβάθμιση επιπέδων γκρι και να μην εμφανίζονται ψευδοεικόνες.	SMPTE test pattern. Βαθμονομημένο οπτικό πυκνόμετρο.	Απεικόνιση του SMPTE test pattern στην οθόνη της κονσόλας με τα κατάλληλα WW, WL που ορίζει ο κατασκευαστής & στη συνέχεια εκτύπωσή του. Μέτρηση της οπτικής πυκνότητας των επιπέδων του γκρι: 0%, 10%, 40% και 90% Έλεγχος της γεωμετρικής παραμόρφωσης.	Απουσία ψευδοεικόνων στο εκτυπωμένο φιλμ. Έλεγχος της ευθυγράμμισης των γραμμών. Μετρούμενη οπτική πυκνότητα για το επίπεδο γκρι (σε παρένθεση): <ul style="list-style-type: none"> • 0% : 3.00±0.15 • 10%: 2.20±0.15 • 40%: 1.15±0.15 • 90%: 0.90±0.15 	Κάθε τετράμηνο

2. Συντομογραφίες και συμβολισμοί

- HU: Hounsfield units.
- ROI: περιοχή ενδιαφέροντος (region of interest)
- CT#_x: Αριθμός υπολογιστικής τομογραφίας για το υλικό x (σε HU).
- CT# (ROI) & SD (ROI): Μέση τιμή και τυπική απόκλιση (standard deviation) μιας ROI, αντίστοιχα.
- WW: window width, WL: window level.
- NxT: ονομαστικό εύρος πεδίου (N: αριθμός χρησιμοποιούμενων καναλιών σε μια απλή axial σάρωση, T: το εύρος κάθε καναλιού κατά μήκος του άξονα-z ή πάχος μιας τομής).
- FWHM: Full Width at Half Maximum.
- CNR: Contrast to Noise Ratio, υπολογίζεται από τη σχέση $CNR = (\text{target HU} - \text{background HU}) / (\text{background SD})$.
- MTF: Modulation Transfer Function.
- CTDI: Computed Tomography Dose Index.
- DLP: Dose Length Product (υπολογίζεται από τη σχέση $DLP = CTDI_{vol} \times \text{scan length} + DLP_{overscan}$).
- AEC: Automatic Exposure Control (TCM: tube current modulation).
- Το $CTDI_{100}$ (=CTDI) είναι η τιμή δόσης που καταγράφει το δοσίμετρο.
- $CTDI_{vol} = CTDI_w / \text{pitch}$, όπου $CTDI_w = (1/3)CTDI_{center} + (2/3)CTDI_{periphery}$.
- Το $CTDI_{periphery}$ είναι η μέση τιμή των $CTDI_{12:00}$, $CTDI_{03:00}$, $CTDI_{06:00}$, $CTDI_{09:00}$.
- Το pitch δίνεται από τη σχέση $P = I / (NxT)$ όπου I το βήμα μετακίνησης της εξεταστικής τράπεζας ανά σάρωση σε helical mode και τα N, T έχουν οριστεί παραπάνω.
- †: προαιρετικός έλεγχος,
- ‡: έλεγχος που απαιτείται όταν το σύστημα χρησιμοποιείται και για σχεδιασμό ακτινοθεραπείας.

3. Γενικές παρατηρήσεις

- Η σειρά των ελέγχων δεν είναι δεσμευτική και η διενέργειά τους εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα του συστήματος (δεν χρειάζεται να γίνονται όλοι την ίδια ημέρα).
- Κάποιοι έλεγχοι ενδεχομένως να απαιτούν για την πραγματοποίησή τους την παρουσία τεχνικού της κατασκευάστριας εταιρείας (πρόσβαση σε λειτουργίες service mode).
- Σημαντικές παρεμβάσεις: κατά περίπτωση μπορεί να αφορούν σε αναβάθμιση software (π.χ. αλγόριθμοι ανακατασκευής) ή αντικατάσταση hardware (ενδεικτικά αλλαγή λυχνίας, φίλτρων, ανιχνευτών, γεννήτριας ακτίνων-X, εκτυπωτή, monitors κ.α. ή επιμέρους συνιστωσών των προαναφερθέντων).
- Όταν γίνεται επίκληση των ορίων του κατασκευαστή, πρέπει να γίνεται αποκλειστική χρήση των προτεινόμενων ομοιωμάτων και να τηρείται πιστά το προτεινόμενο πρωτόκολλο από το εγχειρίδιο λειτουργίας του συστήματος.
- Οι έλεγχοι α) των θωρακίσεων, β) της διαρρέουσας ακτινοβολίας, γ) της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας από ομοίωμα και δ) της ακρίβειας των μετρούμενων διαστάσεων, δεν συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των προτεινόμενων στο παρόν πρωτόκολλο

4. Βιβλιογραφία

- ACR (2017), Computed Tomography, QUALITY CONTROL MANUAL
- IAEA (2012), QUALITY ASSURANCE PROGRAMME FOR COMPUTED TOMOGRAPHY: DIAGNOSTIC AND THERAPY APPLICATIONS
- EUROPEAN COMMISSION (2012), RADIATION PROTECTION N° 162
- EEAE (2006), Εγκύκλιος για τα πρωτόκολλα ελέγχων ακτινολογικών εργαστηρίων

Στις ανωτέρω πηγές ACR και IAEA δίνονται αναλυτικές οδηγίες για τη διενέργεια των σχετικών ελέγχων, καθώς και πιθανές αιτίες για τιμές εκτός ορίων, προτεινόμενες διορθωτικές ενέργειες και μέγιστος χρόνος παρέμβασης.