

Πρωτόκολλο Υπολογιστικών Τομογράφων

ΓΙΩΡΓΟΣ ΜΕΝΟΙΚΟΥ

ΚΛΑΔΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ

ΟΚΥΠΥ

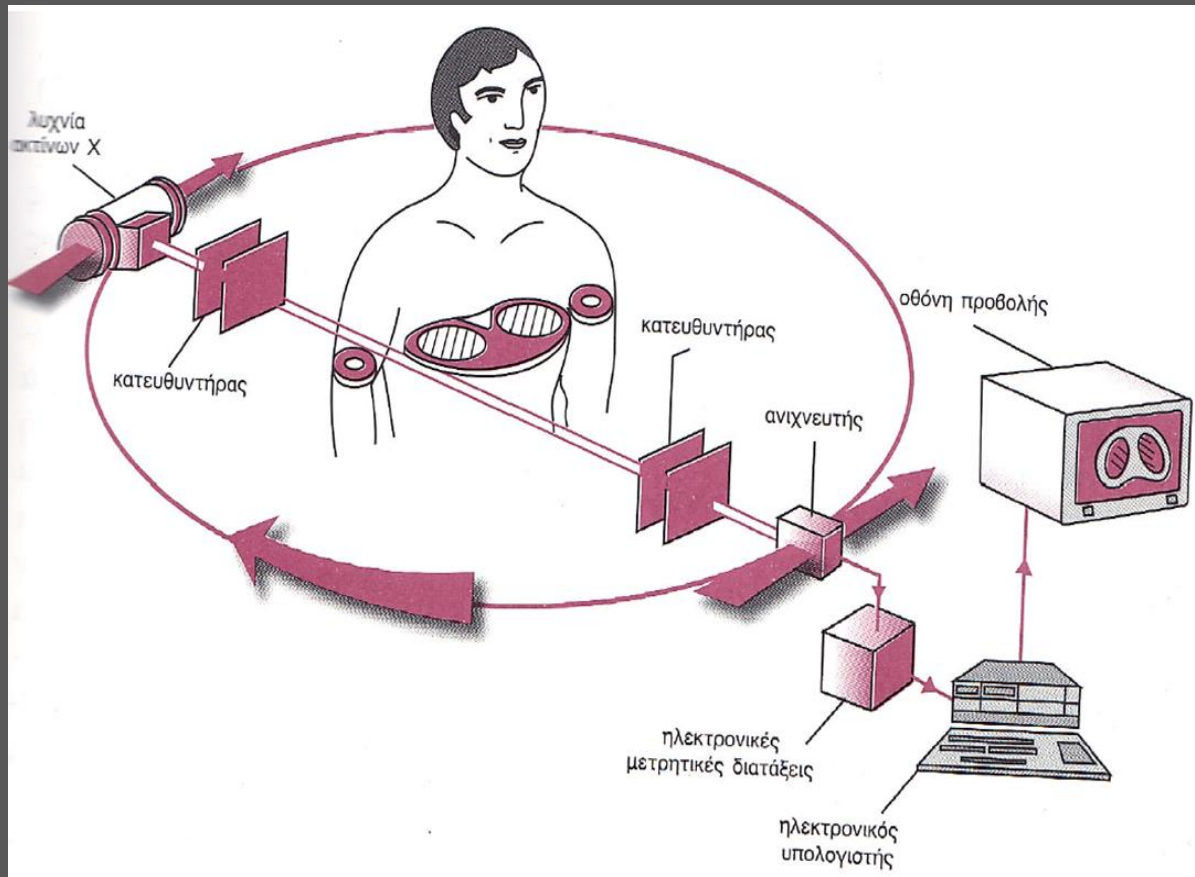
Εισαγωγή

Η υπολογιστική τομογραφία (Computed Tomography, CT) είναι μια διαγνωστική απεικονιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία λεπτομερών εικόνων των εσωτερικών οργάνων, οστών, μαλακών ιστών και αιμοφόρων αγγείων.

Η μέθοδος της ΥΤ χρησιμοποιεί ιοντίζουσα ακτινοβολία και συνεπώς η χρήση της διέπεται από την αρχή της αιτιολόγησης καθώς επίσης και την αρχή της βελτιστοποίησης (ALARA και ALARP).

Αποτελεί εξέταση εκλογής για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση μεγάλου αριθμού παθήσεων αλλά και για τον σχεδιασμό των θεραπειών τους.

Λόγω των χαρακτηριστικών της μεθόδου, αποτελεί την κύρια απεικονιστική μέθοδο κατά την αξιολόγηση τραύματος.



Διάταξη συστήματος Υπολογιστικής Τομογραφίας

Ένα σύστημα υπολογιστικής τομογραφίας αποτελείται από:

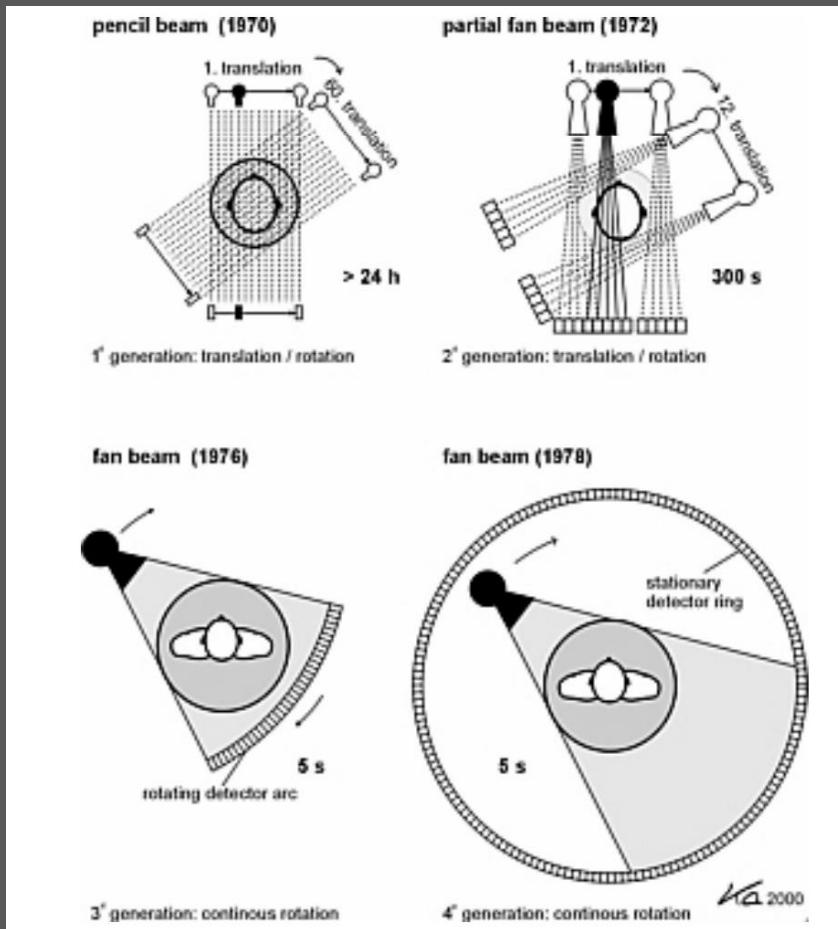
- ❖ την πηγή των ακτίνων Χ (λυχνία)
- ❖ τους ανιχνευτές
- ❖ το σύστημα απόκτησης δεδομένων
- ❖ την εξεταστική τράπεζα
- ❖ την κονσόλα ελέγχου
- ❖ τον ηλεκτρονικό υπολογιστή

Γενεές Υπολογιστικών Τομογράφων

Η γεωμετρία της λήψης των δεδομένων προβολής εξαρτάται από τη διάταξη της λυχνίας και των ανιχνευτών καθώς και από την κίνησή τους.

Ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη γεωμετρία οι υπολογιστικοί τομογράφοι κατατάσσονται σε διάφορες γενιές που περιγράφουν την εξέλιξη των απεικονιστικών συστημάτων ΥΤ ως ακολούθως:

- ❑ **Πρώτη γενιά:** γεωμετρία παράλληλης δέσμης
- ❑ **Δεύτερη γενιά:** αποκλίνουσα δέσμη, πολλαπλοί ανιχνευτές
- ❑ **Τρίτη γενιά:** αποκλίνουσα δέσμη, περιστρεφόμενοι ανιχνευτές
- ❑ **Τέταρτη γενιά:** αποκλίνουσα δέσμη, ακίνητοι ανιχνευτές
- ❑ **Πέμπτη γενιά:** σάρωση δέσμης ηλεκτρονίων
- ❑ **Ελικοειδής σάρωση**



Πλεονεκτήματα Υπολογιστικής Τομογραφίας

Τα βασικά πλεονεκτήματα της υπολογιστικής τομογραφίας σε σχέση με άλλες απεικονιστικές μεθόδους είναι:

- ⑩ Μικρότερος χρόνος λήψης δεδομένων.
- ⑩ Λεπτότερες τομές (ακριβέστερη απεικόνιση).
- ⑩ Μεγαλύτερη ανατομική κάλυψη.
- ⑩ Λιγότερες ψευδοεικόνες λόγω κίνησης του ασθενή.
- ⑩ Καλύτερη διακριτική ικανότητα χαμηλής και υψηλής αντίθεσης.
- ⑩ Απεικόνιση αλληλεπικαλυπτόμενων δομών.

Συμβατικές Κλινικές Εφαρμογές

Αγγειογραφία

- Λεπτότερες τομές για μετεπεξεργασία.
- Μεγαλύτερη κάλυψη σε συντομότερο χρόνο.
- Μείωση αναγκαίας ποσότητας σκιαγραφικού.

Θώρακας / Κοιλιακή χώρα

- Λεπτότερες τομές για ανίχνευση μικρών οζιδίων
- Μεγαλύτερη κάλυψη στη διακράτηση μιας αναπνοής.

Δυναμικές μελέτες

- Λήψη δεδομένων αρτηριακής φάσης με μέγιστη συγκέντρωση σκιαγραφικού.
- Ακριβέστερη απεικόνιση των διαφόρων φάσεων.
- Μείωση χρησιμοποιούμενης ποσότητας σκιαγραφικού.
- Λεπτότερες τομές με μεγαλύτερη κάλυψη.

Νεότερες Κλινικές Εφαρμογές

Καρδιά

- ✓ Εκτίμηση αποτιτανώσεων.
- ✓ Αγγειογραφία στεφανιαίων.
- ✓ Εκτίμηση μυοκαρδίου.

Μελέτες μικροαιμάτωσης

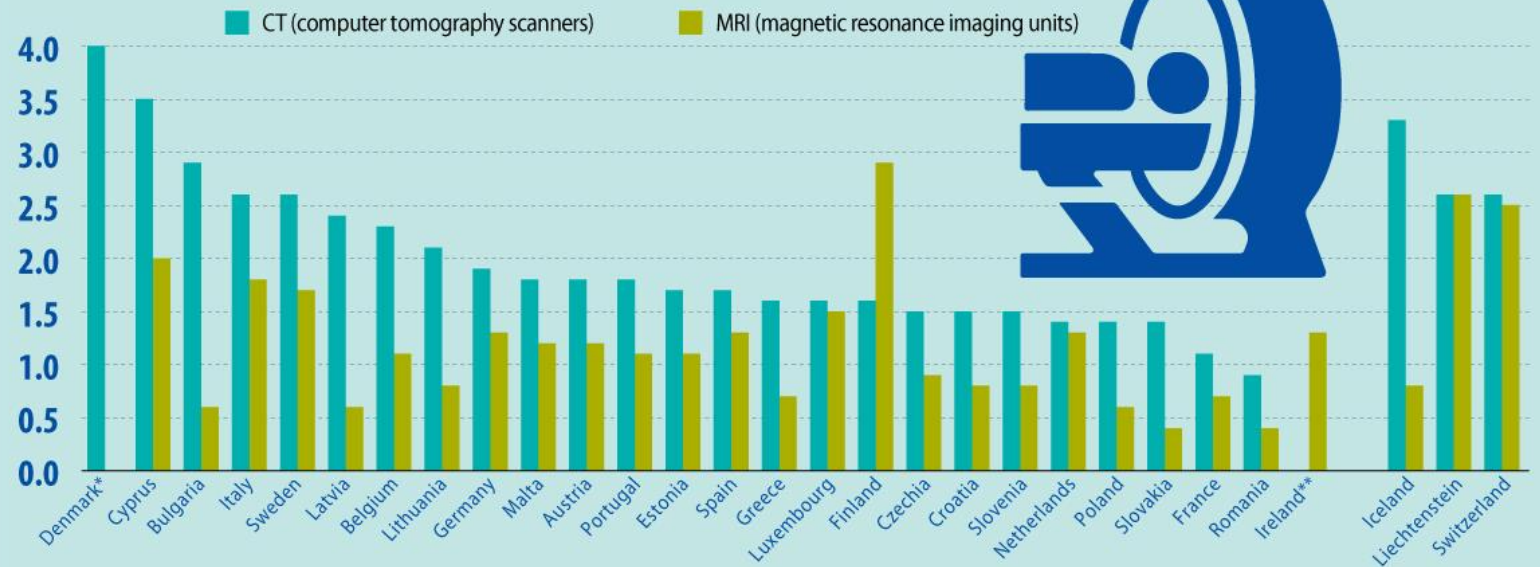
- ✓ Παράγουν ποσοτικούς παραμετρικούς χάρτες της μικροαιμάτωσης του εγκεφάλου.
- ✓ Προσφέρουν πολύ σημαντική πληροφορία σε περιπτώσεις ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων.

Εικονικές ενδοσκοπήσεις

- ✓ Χρήση της ΥΤ υπο μορφή "εικονικής ενδοσκόπησης".
- ✓ Δυσδιάστατη και τρισδιάστατη ενδοαυλική απεικόνιση κοίλων δομών του σώματος.

Προσβασιμότητα σε συστήματα Υπολογιστικής Τομογραφίας

Computer tomography scanners and magnetic resonance imaging units in hospitals, 2019 (per 100 000 inhabitants)



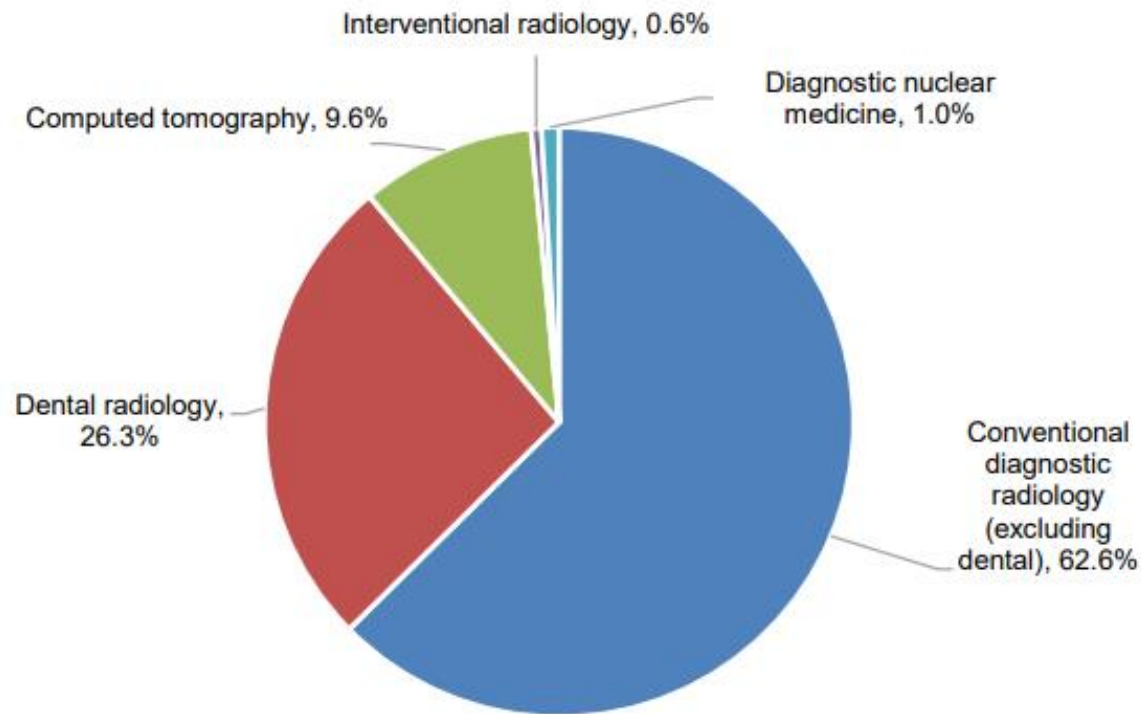
* Denmark: data not available on MRI units

** Ireland: data not available on CT scanners; 2018 data on MRI units instead of 2019

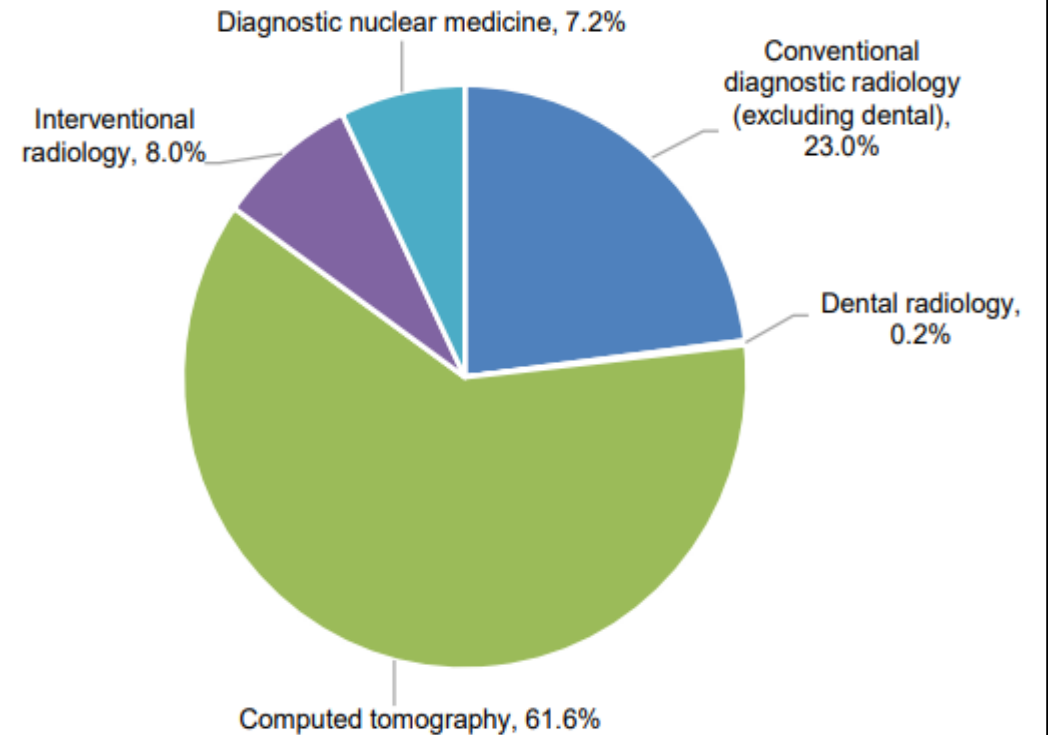
Hungary: data not available

UNSCEAR 2020/2021 REPORT, United Nations

(a) Examinations/procedures



(b) Collective effective dose



For this procedure:	* Your approximate effective radiation dose is:	Comparable to natural background radiation for:	** Additional lifetime risk of fatal cancer from examination:
ABDOMINAL REGION:			
Computed Tomography (CT)-Abdomen and Pelvis	10 mSv	3 years	Low
Computed Tomography (CT)-Abdomen and Pelvis, repeated with and without contrast material	20 mSv	7 years	Moderate
Computed Tomography (CT)-Colonography	10 mSv	3 years	Low
Intravenous Pyelogram (IVP)	3 mSv	1 year	Low
Radiography (X-ray)-Lower GI Tract	8 mSv	3 years	Low
Radiography (X-ray)-Upper GI Tract	6 mSv	2 years	Low
BONE:			
Radiography (X-ray)-Spine	1.5 mSv	6 months	Very Low
Radiography (X-ray)-Extremity	0.001 mSv	3 hours	Negligible
CENTRAL NERVOUS SYSTEM:			
Computed Tomography (CT)-Head	2 mSv	8 months	Very Low
Computed Tomography (CT)-Head, repeated with and without contrast material	4 mSv	16 months	Low
Computed Tomography (CT)-Spine	6 mSv	2 years	Low
CHEST:			
Computed Tomography (CT)-Chest	7 mSv	2 years	Low
Computed Tomography (CT)-Chest Low Dose	1.5 mSv	6 months	Very Low
Radiography-Chest	0.1 mSv	10 days	Minimal
DENTAL:			
Intraoral X-ray	0.005 mSv	1 day	Negligible
HEART:			
Coronary Computed Tomography Angiography (CTA)	12 mSv	4 years	Low
Cardiac CT for Calcium Scoring	3 mSv	1 year	Low
MEN'S IMAGING:			
Bone Densitometry (DEXA)	0.001 mSv	3 hours	Negligible
NUCLEAR MEDICINE:			
Positron Emission Tomography - Computed Tomography (PET/CT)	25 mSv	8 years	Moderate
WOMEN'S IMAGING:			
Bone Densitometry (DEXA)	0.001 mSv	3 hours	Negligible
Mammography	0.4 mSv	7 weeks	Very Low

Ισοδύναμη
Δόση και
κίνδυνος από
εξετάσεις ΥΤ.

Ανάγκη εφαρμογής προγράμματος ελέγχων ποιότητας σε συστήματα ΥΤ

Όπως σε όλα τα απεικονιστικά συστήματα, έτσι και τα συστήματα υπολογιστικής τομογραφίας, πρέπει να υπόκειται σε πρόγραμμα ελέγχων ποιότητας και διαδικασιών διασφάλισης καλής λειτουργίας.

Με την εφαρμογή του προγράμματος αυτού, διασφαλίζεται ότι το σύστημα υπολογιστικής τομογραφίας πληροί τα απαιτούμενα ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια έτσι ώστε να βρίσκεται στη βέλτιστη κατάστασή του.

Σκοπός είναι η διατήρηση υψηλής ποιότητας εικόνας, η μείωση της παραγωγής των λεγόμενων ψευδοεικόνων/τεχνικών σφαλμάτων (artifacts), καθώς επίσης και η διατήρηση της δόσης ακτινοβολίας που δέχεται ο ασθενής και ο περιβάλλον χώρος, στα επιτρεπτά επίπεδα.

Νομικό Πλαίσιο στην Κύπρο

Ο κάθε οργανισμός, εταιρεία, ιατρικό κέντρο κλπ, που χρησιμοποιεί ακτινοδιαγνωστικό εξοπλισμό, οφείλει να συμμορφώνεται με το σύνολο των απαιτήσεων που απορρέουν από τους Κανονισμούς Ακτινοπροστασίας (ΚΑ) του περί Προστασίας από Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες και Πυρηνικής και Ραδιολογικής Ασφάλειας και Προστασίας Νόμου του 2018 (Ν. 164(I)/2018), ο οποίος αναφέρει:



«έλεγχος ποιότητας» σημαίνει το σύνολο των λειτουργιών, αναφορικά με τον προγραμματισμό, τον συντονισμό και την εφαρμογή δράσεων, που αποσκοπούν στη διατήρηση ή τη βελτίωση της ποιότητας. Ο όρος περιλαμβάνει την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και τη διατήρηση στα απαιτούμενα επίπεδα όλων των χαρακτηριστικών λειτουργίας και απόδοσης του εξοπλισμού που είναι δυνατόν να οριστούν, να μετρηθούν και να ελεγχθούν.

Σκοπός σύνταξης πρωτοκόλλου ποιοτικών ελέγχων ΥΤ

- ❖ Έχει συνταχθεί από ειδική ομάδα εργασίας του Κλάδου Ιατρικής Φυσικής με στόχο να βοηθήσει τους Φυσικούς Ιατρικής στον οριστικό καθορισμό κατευθυντήριων οδηγιών για εκτέλεση πλήρους προγράμματος ελέγχου ποιότητας/διασφάλισης ποιότητας (Quality Control/Quality Assurance programme).
- ❖ Για σκοπούς ομογενοποίησης της μεθοδολογίας που ακολουθείται για αξιολόγηση των συστημάτων ΥΤ και των αποτελεσμάτων τους σε εθνικό επίπεδο, συστήνεται η κοινή εφαρμογή του σε όλα τα Ακτινολογικά Τμήματα/Εργαστήρια της Κυπριακής Δημοκρατίας.
- ❖ Για τη σύνταξη του πρωτοκόλλου αυτού, η ομάδα εργασίας βασίστηκε σε βιβλιογραφία Ευρωπαϊκών αλλά και Διεθνή πρωτοκόλλων ποιοτικών ελέγχων συστημάτων ΥΤ.

Πρωτόκολλο ποιοτικών ελέγχων ΥΤ

Περιγράφονται οι ελάχιστοι έλεγχοι ποιότητας που πρέπει να πραγματοποιούνται για πλήρη αξιολόγηση ενός συστήματος ΥΤ, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η καλή λειτουργία του καθώς και η βελτιστοποίηση της ακτινοπροστασίας ασθενών και προσωπικού.

Αναφέρονται τα όργανα μέτρησης ακτινοβολίας/ομοιώματα που χρησιμοποιούνται για μέτρηση/αξιολόγηση κάθε παραμέτρου, τα απαιτούμενα στοιχεία ελέγχου, η μεθοδολογία που ακολουθείται, τα αντίστοιχα όρια ανοχής, όπως επίσης και η συχνότητα πραγματοποίησής των ελέγχων.

Για τη διενέργεια των ελέγχων ποιότητας απαιτείται ο Φυσικός Ιατρικής να διαθέτει τα κατάλληλα όργανα μέτρησης ακτινοβολίας και τα κατάλληλα ομοιώματα. Σε κάθε περίπτωση, τα όργανα μέτρησης ακτινοβολίας (κιλοβολτόμετρα, θάλαμοι ιονισμού, δίοδοι, κλπ.) πρέπει να έχουν πιστοποιητικό διακρίβωσης από το υπο-πρότυπο Εργαστήριο Βαθμονόμησης Δοσιμετρικών Μεγεθών (ΥΕΒΔΜ) στο Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας ή από άλλο πρότυπο ή υπο-πρότυπο εργαστήριο βαθμονόμησης, αναγνωρισμένο από την Αρμόδια Αρχή. Όλα τα όργανα μέτρησης ακτινοβολίας πρέπει να επαναδιακριβώνονται κάθε 2 χρόνια σύμφωνα με τις συστάσεις της Αρμόδιας Αρχής

Όρια αποδοχής

Τα όρια αποδοχής τα οποία αναφέρονται στο πρωτόκολλο αφορούν τα **όρια επιφυλακής (remedial level)**. Όρια επιφυλακής σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Radiation Protection No 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 σε ικανοποιητικό βαθμό, από μηχανικό της προμηθεύτριας εταιρείας, εντός του χρονικού διαστήματος που προβλέπεται από το συμβόλαιο σύμβασης.

Στο πρωτόκολλο δεν περιλαμβάνονται τα όρια άμεσης δράσης (suspension level), τα οποία παρουσιάζονται στην έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Radiation Protection No 162) και σύμφωνα με τα κριτήρια που καθορίζει απαιτείται άμεσα αναστολή λειτουργίας της κλινική χρήσης του συστήματος μέχρι την αποκατάσταση της βλάβης από μηχανικό της προμηθεύτριας εταιρείας.

Συχνότητα εφαρμογής

Πρέπει να εφαρμόζεται τόσο κατά τους ελέγχους παραλαβής/αποδοχής ενός καινούργιου συστήματος ΥΤ, όσο και κατά τους περιοδικούς ελέγχους ποιότητας του συστήματος, δηλαδή μετά από προληπτική συντήρηση ή βλάβη.



Κατά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου ελέγχου παραλαβής/αποδοχής, διεξάγονται μετρήσεις για αξιολόγηση κάθε παραμέτρου λειτουργίας του συστήματος με σκοπό τη θέσπιση βασικών τιμών αναφοράς (baseline values). Οι βασικές τιμές αναφοράς χρησιμοποιούνται από το Φυσικό Ιατρικής ως δείκτες απόδοσης και συγκρίνονται με μετρήσεις μελλοντικών ελέγχων ποιότητας για να διαπιστωθεί εάν το ελεγχόμενο σύστημα λειτουργεί εντός αποδεκτών ορίων ή εάν υπάρχουν ένα ή περισσότερα προβλήματα που απαιτούν διορθωτικές ενέργειες

Επισκόπηση ποιοτικών ελέγχων ανά κατηγορία

Σύμπτωση φωτεινής ένδειξης με τομογραφικό επίπεδο.

Σύμπτωση προδιαγεγραμμένης τομής σε διερευνητική ακτινογραφική λήψη (Scout) με το τομογραφικό επίπεδο.

Ακρίβεια μετατόπισης της εξεταστικής τράπεζας και επαναφοράς της στην ίδια ονομαστική θέση.

Έλεγχος ακρίβειας υψηλής τάσης (kVp) & πάχος υποδιπλασιασμού (HVL).

Μέτρηση και υπολογισμός του ογκομετρικού δείκτη δόσης υπολογιστικής τομογραφίας CTDIvol.

Μέτρηση και υπολογισμός του δείκτη δόσης υπολογιστικής τομογραφίας στον αέρα CTDIair για όλα τα διαθέσιμα πάχη δέσμης.

Έλεγχος ακρίβειας του μετρούμενου με το ονομαστικό πάχος δέσμης ακτίνων-Χ.

Μέτρηση ακρίβειας Αριθμών Υπολογιστικής Τομογραφίας (AYT).

Μέτρηση AYT και επιπέδου Θορύβου σε ομοίωμα νερού.

Έλεγχος ομοιογένειας AYT του οπτικού πεδίου εξέτασης.

Έλεγχος πάχους απεικονιζόμενης τομής.

Μέτρηση χωρικής διακριτικής ικανότητας υψηλής αντίθεσης.

Χωρική διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης.

Μηχανικοί έλεγχοι

Έλεγχοι ακτινολογικής λυχνίας

Δοσιμετρία

Έλεγχοι ποιότητας εικόνας

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

