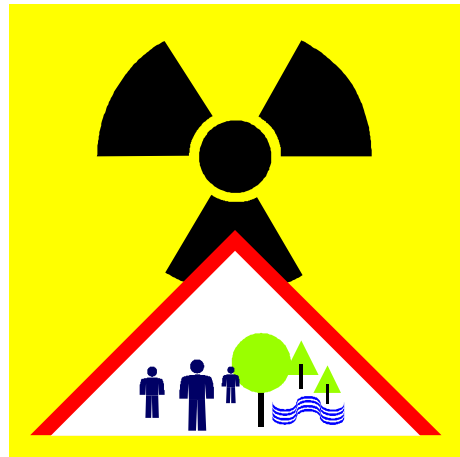


Ακτινοπροστασία 91



Κριτήρια αποδοχής των
ακτινολογικών εγκαταστάσεων
(συμπεριλαμβανομένης και της
ακτινοθεραπείας) και των
εγκαταστάσεων πυρηνικής
ιατρικής



Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Ακτινοπροστασία 91

**Κριτήρια αποδοχής των ακτινολογικών
εγκαταστάσεων (συμπεριλαμβανομένης και της
ακτινοθεραπείας) και των εγκαταστάσεων πυρηνικής
ιατρικής**

1999

Γενική Διεύθυνση
Περιβάλλον, Πυρηνική Ασφάλεια
και Προστασία των Πολιτών

Πρόλογος

Το έργο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στον τομέα της ακτινοπροστασίας διέπεται από τη συνθήκη Ευρατόμ και τις οδηγίες του Συμβουλίου που απορρέουν από αυτήν.

Η πιο σημαντική από αυτές είναι η οδηγία για τον καθορισμό των βασικών κανόνων ασφάλειας για την προστασία της υγείας των εργαζομένων και του πληθυσμού (80/836/Ευρατόμ) που αναθεωρήθηκε το 1996 (96/29/Ευρατόμ).

Το 1984, το Συμβούλιο εξέδωσε μια συμπληρωματική της προαναφερόμενης οδηγία σχετικά με την προστασία από τις ακτινοβολίες όσων υποβάλλονται σε ιατρικές εξετάσεις και θεραπευτική αγωγή (84/466/Ευρατόμ) που αναθεωρήθηκε το 1997 (97/43/Ευρατόμ).

Και από τις δύο οδηγίες απαιτείται η θέσπιση εκ μέρους των κρατών μελών κριτηρίων αποδοχής των ακτινολογικών εγκαταστάσεων (συμπεριλαμβανομένης της ακτινοθεραπείας) και των εγκαταστάσεων πυρηνικής ιατρικής.

Η εμπειρία έδειξε ότι η κατάρτιση των κριτηρίων αυτών, ιδίως όσον αφορά τις τεχνικές παραμέτρους του εξοπλισμού, ορισμένες φορές δημιούργησε δυσκολίες.

Ως εκ τούτου, το 1990 η Επιτροπή ανέλαβε την πρωτοβουλία να αναπτύξει παραδείγματα κριτηρίων αποδοχής (Bland, N.R.P.B.).

Ύστερα από δύο εποικοδομητικές συνεδριάσεις με τις αρμόδιες αρχές των κρατών μελών (18/9/1992 και 30/3/1994) προωθήθηκε η αναγκαιότητα επέκτασης σε συγκεκριμένες ακτινολογικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις πυρηνικής ιατρικής. Το 1995 πραγματοποιήθηκε μια έρευνα στα πλαίσια των αρμόδιων αρχών (Kal & Zoetelief) με σκοπό την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης, που είχε ως αποτέλεσμα μια νέα έκθεση με την οποία προτείνονται πρόσθετα κριτήρια για τις εγκαταστάσεις αυτές.

Αυτή η έκθεση, τροποποιημένη με στοιχεία από άλλες πηγές, συζητήθηκε με τις αρμόδιες αρχές στο Λουξεμβούργο στις 4 και 5 Σεπτεμβρίου 1996.

Το αποτέλεσμα είναι μια γεύση κριτηρίων αποδοχής που εφαρμόζονται σε χρησιμοποιούμενες εγκαταστάσεις ακτινολογίας, ακτινοθεραπείας και πυρηνικής ιατρικής. Τα κριτήρια αυτά δεν είναι δεσμευτικά για τα κράτη μέλη, αλλά εκπονήθηκαν για να βοηθήσουν τις αρμόδιες αρχές στο έργο τους για τη θέσπιση ή την επανεξέταση κριτηρίων αποδοχής, των αποκαλούμενων επίσης ελάχιστων κριτηρίων. Δεν πρέπει να συγχέονται με τις απαιτήσεις σχεδιασμού και κατασκευής του ακτινολογικού εξοπλισμού και του εξοπλισμού πυρηνικής ιατρικής όπως αυτές αναφέρονται στο παράρτημα Ι μέρος 2, παράγραφος 11.5 της οδηγίας του Συμβουλίου περί των ιατροτεχνολογικών προϊόντων (93/42/EEC).

Η παρούσα έκθεση θα επανεξετάζεται τακτικά προκειμένου να λαμβάνονται υπόψη τα νέα επιστημονικά και τεχνικά δεδομένα.

Ακόμη, αποτελεί μέρος μιας σειράς τεχνικών οδηγιών επί διαφόρων θεμάτων που αναπτύχθηκαν για να διευκολυνθεί η εφαρμογή της οδηγίας σχετικά με την προστασία όσων υποβάλλονται σε ιατρικές εξετάσεις. Ελπίζω ότι το παρόν έγγραφο θα συμβάλλει στο να εξασφαλισθεί η συνεχής βελτίωση στον κλάδο της ακτινοπροστασίας στον ιατρικό τομέα.

Suzanne FRIGREN
Διευθύντρια Πυρηνικής Ασφάλειας
και Προστασίας των πολιτών

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1. ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΑ.....	8
2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΙΛΜ, ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΕΚΤΩΝ ΕΙΚΟΝΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΩΝ	11
3. ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ.....	13
4. ΚΛΑΣΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ Η/Υ	15
4.1. Κλασική τομογραφία.....	15
4.2. Υπολογιστική τομογραφία με Η/Υ (CT)	15
5. ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ	17
6. ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	18
6.1. Παραγωγή και έλεγχος ακτίνων Χ.....	18
6.2. Αντιδιαχωτικό διάφραγμα και δέκτης εικόνας.....	19
6.3. Επεξεργασία φιλμ	19
6.4. Συνθήκες παρατήρησης του φιλμ	20
6.5. Ιδιότητες του συστήματος.....	20
7. ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ	21
8. ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ.....	23
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α1: ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	25
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α2: ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΩΝ.....	26
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	31

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός του παρόντος εγγράφου είναι ο καθορισμός των ελάχιστων κριτηρίων ορθής λειτουργίας. Τα κριτήρια που παρουσιάζονται εδώ πρέπει να θεωρηθούν ως "επίπεδα αποκατάστασης ορθής λειτουργίας", δηλαδή ως επίπεδα λειτουργίας στα οποία πρέπει να ξεκινήσουν οι ενέργειες αποκατάστασης. Η εκτέλεση των ενεργειών αποκατάστασης θα βασιστεί σε μια συμβατική εκτίμηση της λειτουργίας του εξοπλισμού. Ύστερα από την εκτίμηση αυτή πρέπει να επιτευχθεί συμφωνία σχετικά με ένα λογικό χρονοδιάγραμμα των ενεργειών αποκατάστασης (απόσυρση ή αντικατάσταση του εξοπλισμού, ανανέωση) που πρέπει να αναληφθεί και τις τυχόν ειδικές συνθήκες υπό τις οποίες ο εξοπλισμός ενδέχεται να εξακολουθήσει να χρησιμοποιείται. Ενδέχεται να απαιτηθούν πρόσθετες, ενδεδειγμένες και επακριβέστερες μετρήσεις, προκειμένου να καθοριστεί η αιτία της μεταβολής της απόδοσης. Πρέπει να τονιστεί ότι τα προτεινόμενα κριτήρια δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν ως συνιστώμενες τιμές για σκοπούς ποιοτικού ελέγχου.

Στο παρόν έγγραφο εξετάζονται οι διαγνωστικές εγκαταστάσεις γενικά και οι ειδικές εγκαταστάσεις, όπως η κλασική τομογραφία και η τομογραφία με H/Y, η οδοντιατρική ακτινογραφία, ο εξοπλισμός μαστογραφίας, οι εγκαταστάσεις ακτινοθεραπείας και οι εγκαταστάσεις πυρηνικής ιατρικής.

Όσον αφορά την ψηφιακή ακτινογραφία, οι γνώσεις σχετικά με τα κριτήρια βάσει της εμπειρίας και της εμπειρογνομοσύνης των κατασκευαστών, των αρμόδιων αρχών και των χρηστών εξακολουθεί να είναι ανεπαρκής· επομένως, δεν μπορούν να παρασχεθούν κριτήρια επί του παρόντος και πρέπει να αναμένουμε τις μελλοντικές εξελίξεις.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στην παιδιατρική ακτινολογία ενδέχεται να είναι διαφορετικός από αυτόν που χρησιμοποιείται για ενήλικες. Εντούτοις, τα κριτήρια για τον ακτινολογικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στην παιδιατρική ακτινολογία δεν διαφέρουν από αυτά που χρησιμοποιούνται γενικά. Οι επιπλέον απαιτήσεις αφορούν το μικρό μέγεθος των ασθενών της παιδιατρικής καθώς επίσης και τις ειδικές συνθήκες εξέτασης που συνδέονται με τις μικρότερες διαστάσεις των ασθενών. Πρέπει να υπάρχουν η κατάλληλη διάταξη του εξοπλισμού και η κατάλληλη θωράκιση ακτινοβολίας για το προσωπικό που πρέπει να μείνει κοντά στον ασθενή. Κάποιος παλιός εξοπλισμός ενδέχεται να μην λειτουργεί σωστά όταν οι χρόνοι έκθεσης είναι πολύ μικροί· ο εξοπλισμός δεν πρέπει να περιορίζει τη χρήση ενισχυτικών πινακίδων και φιλμ μεγάλης ταχύτητας. Τα διαφράγματα του παιδιατρικού εξοπλισμού πρέπει να μπορούν να προσαρμόζονται σε μικρότερες διαστάσεις απ' ό,τι μπορεί να επιτρέψει κάποιος απλός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για γενικές εφαρμογές. Στην πράξη, απαιτείται φροντίδα ώστε να εξασφαλιστεί ότι τυχόν έκθεση των παιδιών αιτιολογείται πάντα κλινικώς και ότι το επίπεδο έκθεσης βελτιστοποιείται σε κάθε μεμονωμένη περίπτωση (CEC, 1996α).

Στο κεφάλαιο 1 περιγράφονται γενικά οι φυσικές παράμετροι των διαγνωστικών εγκαταστάσεων. Για τις ειδικές εφαρμογές, όπως αυτές καλύπτονται στα κεφάλαια 3 έως 6, διατυπώνονται πρόσθετα κριτήρια. Στην περίπτωση που δεν συμπεριλαμβάνονται κριτήρια για τις ειδικές εφαρμογές (κεφάλαια 3 έως 6), ισχύουν αυτά που διατυπώνονται στο κεφάλαιο 1. Τα κεφάλαια 2 και 3 αναφέρονται στα κριτήρια όσον αφορά την επεξεργασία του φιλμ και την κλασική

ακτινοσκόπηση. Στο κεφάλαιο 4 προβλέπονται τα κριτήρια της κλασικής τομογραφίας και της τομογραφίας με Η/Υ. Τα κριτήρια για την οδοντιατρική ακτινογραφία παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 5. Στο κεφάλαιο 6 δίνεται μια σύνοψη της έκθεσης σχετικά με τις ευρωπαϊκές κατευθυντήριες γραμμές για την εξασφάλιση ποιότητας στον τομέα του πληθυσμιακού ελέγχου με μαστογραφία όσον αφορά τα κριτήρια για τον εξοπλισμό της μαστογραφίας (CEC, 1993; 1996β). Τα τελευταία κεφάλαια αναφέρονται στα κριτήρια της ακτινοθεραπείας και των εγκαταστάσεων πυρηνικής ιατρικής. Στην έκθεση περιλαμβάνονται ως παραρτήματα, κατάλογος συντομογραφιών, ορισμός όρων και βιβλιογραφία.

1. ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΑ

Οι παράμετροι και τα κριτήρια που αναφέρονται στο παρόν κεφάλαιο εφαρμόζονται στο γενικό ακτινογραφικό εξοπλισμό ακτίνων Χ. Δεν απευθύνονται σε ειδικευμένο εξοπλισμό ακτίνων Χ, όπως αυτός που καλύπτεται στα κεφάλαια 3 έως 6. Παραδείγματος χάρη, για τη μαστογραφία ενδέχεται να εφαρμόζονται αυστηρότερα κριτήρια. Για τις ειδικές εφαρμογές, όπως αυτές που καλύπτονται στο κεφάλαιο 3 έως 6, διατυπώνονται πρόσθετα κριτήρια. Στην περίπτωση που δεν συμπεριλαμβάνονται κριτήρια για ειδικές εφαρμογές, ισχύουν αυτά που διατυπώνονται στο κεφάλαιο 1. Ένα κριτήριο για ένα συγκεκριμένο μέρος εξοπλισμού δεν συνεπάγεται οπωσδήποτε ότι αυτό το μέρος, π.χ. το διάφραγμα δέσμης φωτός ή ο AEC, υπάρχει.

Ακρίβεια υψηλής τάσης (σε kV)

- Βαθμονόμηση επιλογής
Η μέγιστη απόκλιση της ενδεικνυόμενης τιμής από την πραγματική τιμή πρέπει να είναι μικρότερη από $\pm 10\%$.
- Διακύμανση με αλλαγές της έντασης του ρεύματος των λυχνιών.
Η μέγιστη διακύμανση πρέπει να είναι μικρότερη από 10% .
- Επαναληψιμότητα της τάσης της λυχνίας
Για όλες τις γεννήτριες: για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, η απόκλιση της τάσης της λυχνίας πρέπει να είναι μικρότερη από το $\pm 5\%$ της μέσης τιμής.

Συνολικό φίλτρο

- Το συνολικό φίλτρο όσον αφορά τη χρήσιμη δέσμη πρέπει να είναι ισοδύναμο με τουλάχιστον $2,5 \text{ mm Al}$.

Χρόνος έκθεσης

- Για ενδεδειγμένους χρόνους έκθεσης μεγαλύτερους από 100 ms , ο πραγματικός χρόνος έκθεσης πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ του $\pm 10\%$ του ενδεδειγμένου.

Παροχή ακτινοβολίας

- Μέγεθος
Με ολικό φίλτρο $2,5 \text{ mm Al}$, η παροχή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $25 \mu \text{ Gy/mAs}$ σε 1 m για πραγματική λειτουργία 80 kV .
- Σταθερότητα παροχής
Η παροχή πρέπει να είναι σταθερή στα πλαίσια του $\pm 20\%$ του μέσου όρου για επαναλαμβανόμενες εκθέσεις, για δεδομένη τάση λυχνίας και φίλτρο στα πλαίσια του φάσματος που χρησιμοποιείται στην πράξη, π.χ. τάση λυχνίας 80 kV και φίλτρο $2,5 \text{ mm Al}$.
- Διακύμανση με την αλλαγή της ενδεικνυόμενης έντασης του ρεύματος
Η διακύμανση πρέπει να είναι μικρότερη από 15% .
- Διακύμανση με αλλαγή της ενδεδειγμένης έντασης της λυχνίας - χρόνου έκθεσης
Η διακύμανση πρέπει να είναι μικρότερη από 20% .

Ευθυγράμμιση

- Ευθυγράμμιση ακτίνων X/δέσμης φωτός
Το άθροισμα της κακής ευθυγράμμισης του οπτικά καθορισμένου πεδίου με την αντίστοιχη άκρη του πεδίου ακτίνων X σε κάθε μία από τις κύριες διευθύνσεις δεν πρέπει να υπερβαίνει το 3% της απόστασης από την εστία έως το κέντρο του οπτικά καθορισμένου πεδίου και το άθροισμα των αποκλίσεων και στις δύο κατακόρυφες διευθύνσεις δεν πρέπει να υπερβαίνει το 4%.
- Ευθυγράμμιση πεδίου
Όταν ο άξονας της δέσμης των ακτίνων X είναι κάθετος στο επίπεδο του δέκτη εικόνας, το κέντρο του πεδίου των ακτίνων X και το κέντρο του δέκτη εικόνας πρέπει να ευθυγραμμίζονται στα πλαίσια του 2% της απόστασης εστίας-δέκτη εικόνας.
- Κεντράρισμα ακτίνων X/δέσμης φωτός
Η ευθυγράμμιση της τομής του σταυρονήματος στο διάφραγμα της δέσμης φωτός με το κέντρο της δέσμης των ακτίνων X δεν πρέπει να διαφέρει κατά περισσότερο από $\pm 1\%$ της απόστασης εστίας-φίλμ.
- Κεντράρισμα δέσμης φωτός/αντιδιαχτυτικού διαφράγματος
Η ευθυγράμμιση της τομής του σταυρονήματος στο διάφραγμα της δέσμης με το κέντρο του φίλμ στο αντιδιαχτυτικό διάφραγμα δεν πρέπει να διαφέρει κατά περισσότερο από $\pm 1\%$ της απόστασης εστίας-φίλμ.
- Καθετότητα της δέσμης ακτίνων X και του δέκτη εικόνας
Η γωνία μεταξύ του κεντρικού άξονα της δέσμης των ακτίνων X και του επιπέδου του δέκτη εικόνας δεν πρέπει να διαφέρει κατά περισσότερο από 1,5 μοίρες από τις 90 μοίρες.

Διαφράγματα

- Η δέση των ακτίνων X πρέπει να κατευθύνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η συνολική επιφάνεια έκθεσης για σταθερή απόσταση εστία δέκτη-εικόνας να παραμένει στα όρια του επιλεγμένου δέκτη εικόνας.
- Αυτόματα διαφράγματα
Η δέση των ακτίνων X δεν θα διαφέρει κατά περισσότερο από 2% της απόστασης εστίας-δέκτη εικόνας σε οποιαδήποτε πλευρά του δέκτη εικόνας. Πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιεί κανείς μικρότερα πεδία από τη συνολική επιφάνεια του δέκτη εικόνας.

Μέγεθος εστιακού σημείου

- Ενώ δεν καθορίζεται κανένα απόλυτο πρότυπο, καθορισμοί του μεγέθους του εστιακού σημείου πρέπει να πραγματοποιούνται σε ολόκληρη τη διάρκεια της ζωής μιας λυχνίας στα πλαίσια της διαδικασίας ποιοτικού ελέγχου, προκειμένου να εντοπιστεί η έκταση της τυχόν επιδείνωσης και να καταστεί δυνατή η εκτίμηση της συνεχιζόμενης καταλληλότητας της λυχνίας.

Πλέγμα

- Σφάλματα
Η ακτινογραφία του πλέγματος πρέπει να γίνεται στα 50 kV. Δεν πρέπει να υπάρχουν ορατά ενοχλητικά σφάλματα.
- Κινητό πλέγμα
Τα ελάσματα ενός κινητού πλέγματος δεν πρέπει να είναι ορατά στην εικόνα κατά το βραχύτατο χρόνο έκθεσης που χρησιμοποιείται στην πράξη.

Αυτόματος έλεγχος έκθεσης (AEC)

- Περιορισμός της υπερβολικής έκθεσης
Το μέγιστο φορτίο εστιακού σημείου πρέπει να είναι μικρότερο από 600 mAs (δεν ισχύει για την ακτινοσκόπηση και την τομογραφία).
- Περιορισμός του χρόνου έκθεσης (απλή έκθεση)
Ο χρόνος έκθεσης για μια απλή έκθεση πρέπει να περιορίζεται σε 6 s κατ' ανώτατο όριο.
- Η διαφορά στην οπτική πυκνότητα (ΟΠ) μεταξύ δύο εκθέσεων στο ίδιο περιβάλλον AEC, της μιας με βραχύ και της άλλης με μακρό χρόνο έκθεσης πρέπει να είναι μικρότερη από 0,3 ΟΠ.
- Για σταθερό πάχος εξασθενητή η μέγιστη διαφορά στην οπτική πυκνότητα της εικόνας δοκιμής ως συνάρτηση του εύρους της τάσης της λυχνίας που χρησιμοποιείται στην πράξη δεν πρέπει να υπερβαίνει την $\pm 0,3$ ΟΠ.
- Για σταθερή τάση λυχνίας, η μέγιστη διαφορά στην οπτική πυκνότητα της εικόνας δοκιμής ως συνάρτηση του πάχους του εξασθενητή δεν πρέπει να υπερβαίνει την $\pm 0,3$ ΟΠ της μέσης τιμής της οπτικής πυκνότητας της εικόνας δοκιμής που λαμβάνεται επί πάχους εξασθενητών που καλύπτουν το φάσμα του πάχους ασθενούς που απαντάται στην πράξη σε αυτή την τάση λυχνίας. Έχουν προταθεί κατάλληλα πάχη ομοιωμάτων για διάφορες τάσεις λυχνίας (DIN, 1990).

Ακτινοβολία διαρροής

- Η ακτινοβολία διαρροής από το περίβλημα που μετρείται σε απόσταση 1 m από την εστία δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 mGy σε μια ώρα κατά τη μέγιστη επίδοση που καθορίζει ο κατασκευαστής για τη λυχνία σε αυτό το περίβλημα.

2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΙΛΜ, ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΕΚΤΩΝ ΕΙΚΟΝΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα κριτήρια που απαιτούνται προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι διατηρούνται οι συνθήκες για την παραγωγή ακτινογραφιών σταθερής και επαρκούς ποιότητας σε ακτινογραφικά και φωτογραφικά υλικά. Για τη μαστογραφία ενδέχεται να εφαρμόζονται πρόσθετα ή αυστηρότερα κριτήρια, βλ. παράγρ. 6.

Ενισχυτικές πινακίδες και κασέτες

- Συνθήκη και καθαρότητα της πινακίδας(ων) και κασέτας
Δεν πρέπει να υπάρχουν ορατές μεταβολές στα φιλμ.
- Φωτοστεγανότητα της κασέτας
Δεν πρέπει να υπάρχουν ορατές μαύρες άκρες σε ένα μη εκτεθειμένο φιλμ στην κασέτα μετά έκθεση που διαρκεί δύο φορές από 10 λεπτά (δηλ. και οι δύο πλευρές) σε έναν πίνακα εξέτασης ακτινογραφιών με φωτεινότητα τουλάχιστον 1000 cd/m^2 .
- Επαφή φιλμ-πινακίδα
Η κασέτα δεν πρέπει να δημιουργεί περιοχές ορατών διαφορών πυκνότητας ή ασαφών περιοχών στην ακτινογραφία. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί π.χ. με ένα μεταλλικό πλέγμα τοποθετημένο στην κασέτα.
- Σχετική ευαισθησία συνδυασμών ενισχυτικής πινακίδας-φιλμ της ίδιας κατηγορίας ταχύτητας σε μια διαγνωστική μονάδα*
Οι πυκνότητες του φιλμ που επιτυγχάνονται σε παρόμοιες συνθήκες έκθεσης (ίδια δόση, τάση λυχνίας, φίλτρο, κ.τ.λ.) δεν πρέπει να διαφέρουν κατά περισσότερο από 0,3 ΟΠ για συνδυασμούς φιλμ-πινακίδας του ίδιου τύπου.

Επεξεργασία φιλμ

- Βάση και ομίχλωση
Η βάση και ομίχλωση πρέπει να είναι μικρότερη από 0,30 ΟΠ.
- Δείκτης ταχύτητας
Η απόκλιση από τη βασική τιμή της ταχύτητας πρέπει να είναι μικρότερη από 0,20 ΟΠ.
- Δείκτης αντίθεσης
Η απόκλιση από τη βασική τιμή του δείκτη αντίθεσης πρέπει να είναι μικρότερη από 0,20 ΟΠ.

Σκοτεινός θάλαμος

- Διαρροή φωτός
Δεν πρέπει να είναι ορατή καμία αξιόλογη διαρροή φωτός μετά την

* Μια διαγνωστική μονάδα ορίζεται στα πλαίσια αυτά ως εκείνες οι εγκαταστάσεις ακτίνων X που μοιράζονται τους συνδυασμούς φιλμ-πινακίδας

προσαρμογή των ματιών για τουλάχιστον 5 λεπτά στο σκοτεινό θάλαμο με σβησμένο το φωτισμό ασφάλειας και το λοιπό φωτισμό.

– Φωτισμός ασφάλειας

Ένα προεκτεθειμένο φιλμ μοναδιαίας οπτικής πυκνότητας που εκτίθεται σε κανονική απόσταση εργασίας για 4 λεπτά υπό συνθήκες σκοτεινού θαλάμου με αναμμένο το φωτισμό ασφάλειας και το φωτισμό των λοιπών χώρων δεν πρέπει να δείχνει αύξηση της πυκνότητας κατά περισσότερο από 0,10 OPI από ένα μέρος του ίδιου φιλμ που δεν εκτέθηκε σε συνθήκες σκοτεινού θαλάμου.

Συνθήκες εξέτασης ακτινογραφιών

– Διαφανοσκόπιο

Η φωτεινότητα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1700 cd/m^2

Η ανομοιογένεια πρέπει να είναι μικρότερη από 30 %.

– Περιβάλλον

Ο φωτισμός του περιβάλλοντος σε απόσταση 1m από το διαφανοσκόπιο πρέπει να είναι μικρότερος από 50 lux.

3. ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο διατυπώνονται πρόσθετες απαιτήσεις. Στην περίπτωση που δεν δίνονται κριτήρια, ισχύουν τα κριτήρια των κεφαλαίων 1 και 2.

Ρυθμός δόσης

Πρέπει να τηρείται το ένα τουλάχιστον από τα δύο ακόλουθα κριτήρια:

1. Ο μέγιστος ρυθμός δόσης στην οθόνη εισόδου χωρίς πλέγμα (διάμετρος 25 cm) ενός κλασικού ενισχυτή εικόνας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,8 μ Gy/s για έκθεση ενός κατάλληλου ομοιώματος (π.χ. 20 cm PMMA) με αυτόματο έλεγχο του ρυθμού δόσης και αυτόματο έλεγχο της φωτεινότητας.
Για ειδικές εφαρμογές υψηλού ρυθμού δόσης, όπως π.χ. η επεμβατική ακτινολογία, ο μέγιστος ρυθμός δόσης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,0 μ Gy/s. Για άλλα μεγέθη οθονών εισόδου, ο ρυθμός δόσης μπορεί να προσαρμόζεται αντιστρόφως ανάλογα προς το τετράγωνο της διαμέτρου.
2. Ο μέγιστος ρυθμός δόσης, συμπεριλαμβανομένης της οπισθοσκέδασης, στο δέρμα του ασθενούς ή στην επιφάνεια κάποιας μορφής υποκατάστατου του ασθενούς (π.χ. ομοίωμα 25 cm PMMA) στην πλευρά που βλέπει προς την λυχνία των ακτίνων X δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 100 mGy/min.

Διακριτική ικανότητα

- Η διακριτική ικανότητα του συστήματος ενισχυτή εικόνας τηλεόρασης πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,8 ζεύγη γραμμών ανά χιλιοστό (lp/mm) για μέγεθος πεδίου 30 - 35 cm καθορισμένου από τη χρήση ενός συγκεκριμένου αντικειμένου δοκιμής (π.χ. φράγμα ανάλυσης τύπου Hüttner 18 ή αντικείμενο δοκιμής Leeds). Για μεγέθη πεδίου της τάξης των 23 - 25 cm και 15 - 18 cm, οι τιμές αυτές είναι 1,0 και 1,4 lp/mm αντίστοιχα. Σε μια σημειακή εικόνα, η ανάλυση πρέπει να ανέρχεται σε 2,0 lp/mm.

Κατώφλι αντίθεσης

- Το κατώφλι αντίθεσης κατά την αυτόματη λειτουργία εκτιμώμενο από την εικόνα του δέκτη τηλεόρασης πρέπει να είναι 4% ή λιγότερο.

Χρονόμετρο

- Ένα μέσο διακοπής πρέπει να λειτουργεί αυτόματα όταν έχει περάσει ένας προκαθορισμένος χρόνος ολοκληρωμένης ακτινοσκόπησης που δεν υπερβαίνει τα 10 min. Ένα ακουστικό σήμα πρέπει να προειδοποιεί για την επικείμενη διακοπή τουλάχιστον 30 s πριν, ώστε να καταστεί δυνατό να ρυθμιστεί εκ νέου η συσκευή, αν η έκθεση πρέπει να παραταθεί.

Κινηματογραφία

- Για κατάλληλες κινηματογραφικές μελέτες με τη χρήση ενισχυτή εικόνας διαμέτρου 23 cm, ο ρυθμός δόσης εισόδου πρέπει να είναι μικρότερος από 0,20 μ Gy/καρέ. Οι τυπικοί ρυθμοί δόσης εισόδου ασθενούς είναι 0,10-0,30 Gy/min για 25 καρέ/s με ομοίωμα 20 cm PMMA.

Μέγεθος πεδίου ακτινοβολίας/εικόνας

- Η αναλογία των επιφανειών του πεδίου ακτινοβολίας και της επιφάνειας εισόδου του ενισχυτή εικόνας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,15. Θεωρείται ικανοποιητική πρακτική αν βλέπει κανείς τις άκρες των διαφραγμάτων στην εικόνα της τηλεόρασης.

4. ΚΛΑΣΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ Η/Υ

Στο παρόν κεφάλαιο διατυπώνονται πρόσθετες απαιτήσεις για τη κλασική τομογραφία και την τομογραφία με Η/Υ. Στην περίπτωση που δεν αναφέρονται κριτήρια, ισχύουν αυτά που αναφέρονται στο κεφάλαιο 1 και 2.

4.1. Κλασική τομογραφία

Επίπεδο ύψους τομής

- Η συμφωνία μεταξύ ενδεικνυόμενου και μετρηθέντος επιπέδου ύψους τομής πρέπει να είναι περίπου ± 5 mm.

Αύξηση επιπέδου τομής

- Κατά τη μετάβαση από ένα τομογραφικό επίπεδο τομής στο επόμενο, το ύψος τομής πρέπει να είναι επαναλήψιμο κατά ± 2 mm.

Γωνία έκθεσης

- Οι ενδεικνυόμενες και μετρηθείσες γωνίες έκθεσης δεν πρέπει να διαφέρουν περισσότερο από $\pm 5^\circ$ για μονάδες που λειτουργούν σε γωνίες μεγαλύτερες από 30° . για μικρότερες γωνίες, η διαφορά πρέπει να είναι μικρότερη.

Ομοιογένεια ύψους τομής

- Η πυκνότητα της εικόνας της οπής σε ένα φύλλο μολύβδου πρέπει να είναι σχεδόν ομοιογενής ή πρέπει να κυμαίνεται όσον αφορά την ομοιογένεια ανάλογα με το υπόδειγμα που αναφέρεται για τη συγκεκριμένη τομογραφική μονάδα. Η εικόνα δεν πρέπει να αποκαλύπτει μη αναμενόμενες επικαλύψεις, ασυμφωνίες έκθεσης ή ασυμμετρίες στην κίνηση.

Χωρική διακριτική ικανότητα

- Η τομογραφική μονάδα πρέπει να αναλύει ένα σχέδιο πλέγματος #40 (1,6 lp/mm).

4.2. Υπολογιστική τομογραφία με Η/Υ (CT)

Θόρυβος εικόνας

- Η τυπική απόκλιση των αριθμών CT στην κεντρική περιοχή ενδιαφέροντος 500 mm^2 για ένα ομοίωμα νερού ή ισοδυνάμου υλικού με τον ιστό δεν πρέπει να αποκλίνει περισσότερο από 20% από την τιμή αναφοράς.

Τιμές αριθμών CT

- Η απόκλιση των τιμών των αριθμών CT για ομοιώματα νερού ή υλικού ισοδυνάμου του ιστού και υλικά διαφορετικών πυκνοτήτων σε μια σταθερή θέση στο πεδίο πρέπει να είναι μικρότερη από ± 20 HU ή 5%.

Ομοιογένεια αριθμού CT

- Η τυπική απόκλιση του αριθμού *CT* που υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε μια περιοχή ενδιαφέροντος 500 mm^2 για ομοίωμα νερού ή ιστού στο κέντρο και γύρω από την περιφέρεια των ομοιωμάτων πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση του 1,5% της τιμής αναφοράς.

Δείκτης δόσης τομογραφίας με H/Y (CTDI)

- Οι μετρήσεις του CTDI για μια μοναδική τομή για κάθε διαθέσιμο φίλτρο διαμόρφωσης δέσμης και για κάθε διαθέσιμο πάχος τομής δεν πρέπει να αποκλίνει περισσότερο από $\pm 20\%$ από την τιμή αναφοράς.

Ακτινοβολούμενο πάχος τομής

- Το πλήρες πλάτος στο ήμισυ του μέγιστου του προφίλ της δόσης δεν πρέπει να διαφέρει περισσότερο από $\pm 20\%$ από τις τιμές αναφοράς.

Διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης (χωρική διακριτική ικανότητα)

- Οι μετρήσεις του πλήρους πλάτους στο ήμισυ του μέγιστου της συνάρτησης σημειακής ασάφειας μιας βελόνης ή της συνάρτησης απόκρισης μιας άκρης δεν πρέπει να διαφέρει περισσότερο από $\pm 20\%$ από την τιμή αναφοράς.

Διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης

- Οι βελόνες πολυστυρενίου διαμέτρου 0,35 cm που εισάγονται σε ένα ομοιόμορφο ομοίωμα νερού πρέπει να είναι ορατές στην εικόνα.

5. ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό διατυπώνονται πρόσθετες απαιτήσεις για τον εξοπλισμό της οδοντιατρικής ακτινολογίας. Στην περίπτωση που δεν παρέχονται κριτήρια, εφαρμόζονται τα κριτήρια που εφαρμόζονται στα κεφάλαια 1 και 2.

Τα κριτήρια στο παρόν κεφάλαιο αφορούν τον εξοπλισμό οδοντιατρικής ακτινολογίας που χρησιμοποιεί ενδοστοματικό φιλμ (ή με τον ίδιο εξοπλισμό εξωστοματικό φιλμ) πλην του οδοντιατρικού εξοπλισμού πανοραμικής ακτινογραφίας. Οι χρήστες μπορούν επίσης να επιλέξουν να εφαρμόσουν τα κριτήρια του πανοραμικού οδοντιατρικού εξοπλισμού, αλλά, στην περίπτωση αυτή, πρέπει να φροντίσουν να εξασφαλίσουν ότι τα επιλεγθέντα κριτήρια είναι κατάλληλα για την εφαρμογή αυτή. Για την κεφαλομετρική ακτινολογία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κριτήρια του κεφαλαίου 1 γι' αυτό τον τύπο του εξοπλισμού.

Ποιότητα ακτινοβολίας

- Η τάση λειτουργίας της λυχνίας πρέπει να είναι τουλάχιστον 50 kV.

Φίλτρο

- Το φίλτρο στη χρήσιμη δέσμη πρέπει να είναι ισοδύναμο με τουλάχιστον 1,5 mm Al για τάσεις λυχνίας έως και 70 kV και 2,5 mm για πάνω από 70 kV.

Απόσταση εστίας - δέρματος (FSD)

- Η απόσταση εστίας-δέρματος πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 cm για εξοπλισμό με μέγιστες επιλέξιμες τάσεις λυχνίας άνω των 60 kV, και, τουλάχιστον 10 cm, για εξοπλισμό με μέγιστες επιλέξιμες τάσεις λυχνίας 60 kV και λιγότερο.

Μέγεθος δέσμης

- Η διάμετρος του μεγέθους πεδίου πρέπει να είναι 60 mm κατ' ανώτατο όριο στο εξωτερικό άκρο του κατευθυντήρα της δέσμης.

Χρονόμετρο

- Η ακρίβεια πρέπει να είναι 20% κατ' ανώτατο όριο.
- Η επαναληψιμότητα πρέπει να είναι 10% κατ' ανώτατο όριο.

Παροχή

- Για τάσεις λυχνίας του φάσματος των 50-70 kV, η παροχή πρέπει να ανέρχεται σε 30-80 μ Gy/mAs σε 1 m από την εστία.

6. ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

Οι τιμές που περιγράφονται στο παρόν κεφάλαιο βασίζονται στις συστάσεις των ευρωπαϊκών κατευθυντήριων γραμμών για τη διασφάλιση ποιότητας στον πληθυσμιακό έλεγχο με μαστογραφία (CEC, 1996b).

6.1. Παραγωγή και έλεγχος ακτίνων X

Πηγή ακτίνων X

Ρυθμός δόσης

- Ο ρυθμός δόσης σε απόσταση ίση με την απόσταση εστίας-φίλμ (FFD) πρέπει να είναι 7,5 mGy/s.

Απόσταση πηγής εικόνας

- Η απόσταση πηγής εικόνας πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, ενώ τυπικά είναι ≥ 600 mm.

Ευθυγράμμιση πεδίου ακτίνων X/δέκτη εικόνας

- Πλευρά θώρακα: οι ακτίνες X πρέπει να καλύπτουν το φιλμ κατά 5 mm κατ' ανώτατο όριο εκτός του φιλμ. Πλευρικές επιφάνειες: οι ακτίνες X πρέπει να καλύπτουν το φιλμ έως τις άκρες.

Τάση λυχνίας

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα

- Η ακρίβεια για τις τάσεις λυχνίας από 25 έως 31 kV πρέπει να είναι μικρότερη από ± 1 kV· η επαναληψιμότητα πρέπει να είναι μικρότερη από $\pm 0,5$ kV.

Σύστημα αυτόματου ελέγχου έκθεσης

Ρύθμιση ελέγχου οπτικής πυκνότητας

- Η οπτική πυκνότητα (συμπεριλαμβανομένης της βάσης και ομίχλωσης) στο σημείο αναφοράς του εμφανισμένου φιλμ πρέπει να παραμένει στα πλαίσια του $\pm 0,15$ ΟΠ ως προς την τιμή στόχο. Η τιμή στόχος κυμαίνεται τυπικά στο φάσμα του 1,3 έως 1,8 ΟΠ, συμπεριλαμβανομένης της βάσης και ομίχλωσης.
- Το μέγεθος του βήματος του ελέγχου οπτικής πυκνότητας πρέπει να κυμαίνεται στο φάσμα 0,10-0,20 ΟΠ ανά βήμα.

Βραχυχρόνια επαναληψιμότητα

- Η απόκλιση της μέσης τιμής των εκθέσεων πρέπει να είναι μικρότερη από 5%.

Μακροχρόνια επαναληψιμότητα

- Η μακροχρόνια επαναληψτικότητα πρέπει να είναι καλύτερη από $\pm 0,20$ ΟΠ από τη βασική τιμή οπτικής πυκνότητας.

Αντιστάθμιση πάχους αντικειμένου

- Όλες οι μεταβολές πυκνότητας του αντικειμένου πρέπει να κυμαίνονται στο φάσμα $\pm 0,15$ ΟΠ σε σχέση με τη συνήθη οπτική πυκνότητα.

Αντιστάθμιση τάσης λυχνίας

- Όλες οι μεταβολές οπτικής πυκνότητας πρέπει να κυμαίνονται στα πλαίσια του φάσματος $\pm 0,15$ ΟΠ.

Συμπίεση

Δύναμη συμπίεσης

- Η συμπίεση του ιστού του μαστού πρέπει να είναι σταθερή αλλά ανεκτή. Δεν υπάρχει αναγνωρισμένη βέλτιστη τιμή για τη δύναμη, αλλά πρέπει να δοθεί προσοχή στην εφαρμοζόμενη συμπίεση για την ακρίβεια της ένδειξης. Η μέγιστη αυτομάτως εφαρμοζόμενη δύναμη πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 130 και 200 N (≈ 13 έως 20 kg).

Ευθυγράμμιση πλάκας συμπίεσης

- Επιτρέπεται κάποια ελάχιστη κακή ευθυγράμμιση: λιγότερο από 15 mm είναι αποδεκτή τιμή για το ασυμμετρικό φορτίο και προς την κατεύθυνση των θηλών και λιγότερο από 5 mm για συμμετρικό φορτίο.

6.2. Αντιδιαχτυτικό διάφραγμα και δέκτης εικόνας

Αντιδιαχτυτικό διάφραγμα

- Ο συντελεστής έκθεσης του συστήματος πλέγματος πρέπει να είναι ≤ 3 .

Η ευαισθησία της κασέτας και η μεταβολή της οπτικής πυκνότητας κυμαίνονται όταν εκτίθενται με τις ίδιες ρυθμίσεις του εξοπλισμού ακτίνων X με AEC

- Το φάσμα έκθεσης, όσον αφορά τα mGy (ή mAs), πρέπει να κυμαίνεται κατά $\pm 5\%$ για όλες τις κασέτες.
- Η μέγιστη διαφορά όσον αφορά την οπτική πυκνότητα μεταξύ όλων των κασετών πρέπει να είναι μικρότερη από 0,20 ΟΠ.

6.3. Επεξεργασία φιλμ

Επεξεργασία φιλμ

- Βάση και ομίχλωση (D_{min})
Η D_{min} πρέπει να είναι 0,2 ΟΠ.
- Δείκτης ταχύτητας
Η αναφορά στην τιμή αναφοράς πρέπει να είναι $\pm 10\%$.
- Αντίθεση
Η μέση κλίση (MGrad) πρέπει να είναι $> 2,8$.
- Καθημερινή απόδοση
Η καθημερινή απόδοση του επεξεργαστή μπορεί να εκτιμηθεί μέσω ευαισθητομετρίας. Η εκτέλεση της ευαισθητομετρίας γίνεται μετά τη

χρησιμοποίηση του επεξεργαστή για περίπου μία ώρα κάθε πρωί και περίπου την ίδια ώρα καθημερινά. Η μεταβλητότητα των παραμέτρων μπορεί να υπολογισθεί για μια ολόκληρη χρονική περίοδο π.χ. για ένα μήνα.

Η μεταβλητότητα για όλες τις παραμέτρους πρέπει να είναι μικρότερη από $\pm 10\%$.

Σκοτεινός θάλαμος

Βλέπε κεφάλαιο 1 και τα ακόλουθα πρόσθετα κριτήρια:

Ερμάριο φύλαξης των φιλμ και κασέτες

- Όχι πρόσθετη ομίχλωση

6.4. Συνθήκες παρατήρησης του φιλμ

Διαφανοσκόπιο

- Η φωτεινότητα πρέπει να κυμαίνεται στο φάσμα των 2000-6000 cd/m^2 . Το επίπεδο φωτός του περιβάλλοντος πρέπει να είναι κάτω από 50 lux.

6.5. Ιδιότητες του συστήματος

Δόση αναφοράς

- Το kerma αέρα της επιφάνειας εισόδου πρέπει να είναι ≤ 10 mGy για ομοίωμα 40 mm PMMA, ≤ 12 mGy για 45 mm PMMA και ≤ 20 mGy 50 mm PMMA.

Ποιότητα εικόνας

- Χωρική διακριτική ικανότητα
Και στις δύο κατευθύνσεις, η διακριτική ικανότητα πρέπει να είναι πάνω από 12 lp/mm για μέτρηση με αντικείμενο δοκιμής που είναι τοποθετημένο 4 cm πάνω από το τραπέζι (επί του PMMA), και στη μεσαία γραμμή, 6 cm μέσα από τη θωρακική πλευρά του φιλμ.
- Ορατότητα κατωφλίου αντίθεσης
Για μετρήσεις της αντίθεσης μεγάλων λεπτομερειών με ένα αντικείμενο δοκιμής μέσα σε ένα ομοίωμα πάχους 45 mm προτείνεται μια περιοριστική τιμή $< 1,3\%$ αντίθεσης για λεπτομέρεια μεγέθους 6 mm.

Χρόνος έκθεσης

- Ο χρόνος έκθεσης πρέπει να είναι μικρότερος από 2 s κατά την απεικόνιση ομοιώματος 45 mm PMMA.

7. ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

Τα παρόντα κριτήρια ισχύουν για κανονική κλινική χρήση εξοπλισμού ακτινοθεραπείας και όχι (αναγκαστικά) για εξοπλισμό βραχυθεραπείας, ενδοεγχειριρτικής, ενδοδυναμικής και παρηγορητικής ακτινοθεραπείας και ολόσωμης ακτινοθεραπείας. Επιπλέον, οι προσομοιωτές ακτινοθεραπευτικής αγωγής αποκλείονται από τη συνεκτίμηση. Όπως επισημαίνεται στην εισαγωγή, τα κριτήρια που παρουσιάζονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως επίπεδα αποδοχής στα οποία πρέπει να ξεκινήσει η αποκατάσταση ορθής λειτουργίας. Σε πολύ λίγες περιπτώσεις μπορεί να δικαιολογηθεί η χρήση του εξοπλισμού κλινικά ακόμη και αν υπερβαίνεται το επίπεδο αποδοχής. Μια τέτοια απόφαση μπορεί να ληφθεί μόνο μετά από προσεκτική εξέταση από τον αρμόδιο ακτινοφυσικό της κλινικής με τις γνώσεις των κλινικών ιατρών και ακτινολόγων. Οι θεραπευτικές αγωγές απαιτούν π.χ. υψηλή σταθερότητα του ύψους της τράπεζας θεραπείας, ιδίως κατά τη διάρκεια της πλευρικής ακτινοβόλησης. Εάν, λόγω των μηχανικών ανοχών, το ύψος της τράπεζας δεν μπορεί να προσαρμοστεί στα πλαίσια του επιπέδου ανοχής, ενδέχεται να εξακολουθήσει να αιτιολογείται η χρήση του για την εκτέλεση παρηγορητικών οπισθο-προσθίων ή προσθι-οπισθίων θεραπειών, εάν δεν υπάρχουν καθόλου εναλλακτικές λύσεις.

Οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 7.1 βασίζονται σε συστάσεις του ΠΟΥ (1988) και NCS (1995), με κάποιες τροποποιήσεις.

Πίνακας 7.1: Δοκιμές όσον αφορά τη μηχανική, τη γεωμετρική και την απόδοση δέσμης καθώς και την ακρίβεια του οπτικού πεδίου και τα επίπεδα αποδοχής τους.

<u>Δοκιμασία</u>	<u>επίπεδο αποδοχής</u>
– Περιστροφή ορθοστάτη (Gantry):	$\pm 1^\circ$
– Περιστροφή ζυγού (Yoke):	$\pm 0.2^\circ$
– Ισόκεντρο:	$\pm 2 \text{ mm}$
– Δείκτες απόστασης πηγής:	$\pm 2 \text{ mm}$
– Δείκτες άξονα δέσμης:	$\pm 2 \text{ mm}$
– Αριθμητικοί δείκτες πεδίου:	$\pm 2 \text{ mm}$
– Ένδειξη οπτικού πεδίου:	$\pm 2 \text{ mm}$
– Περιστροφή συστήματος διαφραγμάτων:	$\pm 1^\circ$
– Κλίνες αγωγής:	
• εγκάρσιες και διαμήκειες κλίμακες;	2 mm
• κάθετες κλίμακες:	2 mm
• κατακόρυφη απόκλιση (με φορτίο ασθενούς):	5 mm
– Συστήματα επαλήθευσης αγωγής : προδιαγραφές κατασκευαστή (γωνία ορθοστάτη (Gantry), μέγεθος πεδίου, περιστροφή διαφράγματος, χρόνος ακτινοβόλησης ή μονάδες παρακολούθησης, ενέργεια δέσμης, κλπ.)	
– Διατάξεις ακινητοποίησης:	$\pm 2 \text{ mm}$
(καλούπια, μήτρες, πόρπες μαστού, υποστηρίγματα κεφαλής, υποστηρίγματα βραχίονα ή σκέλους, κέρνες πλάκες, κλπ.)	
– Διατάξεις ευθυγράμμισης ασθενούς:	$\pm 2 \text{ mm}$

Απόδοση δέσμης και ακρίβεια πεδίου φωτός

- Ένδειξη οπτικού πεδίου (μετρήσεις πυκνότητας): $\pm 1 \text{ mm}$ ανά άκρη

– Βαθμονόμηση δόσης κεντρικού άξονα σε θέση αναφοράς στο ομοίωμα:	
	±3%(φωτόνια)
	± 4% (ηλεκτρόνια)
– Έλεγχοι σταθερότητας:	
μονάδες κοβαλτίου-60 και καισίου-137:	±2%
μονάδες ακτίνων Χ ορθότητας:	±2%
επιταχυντές:	±2%
– Γραμμικότητα της οθόνης:	± 1%
– Χρονόμετρο της μονάδας κοβαλτίου-60:	± 0,01 min
– Έλεγχος ηλεκτρονίων/φωτονίων	το είδος ακτινοβολίας πρέπει να είναι ορθό
– Δέσμη ακτίνων Χ:	
επιπεδότητα δέσμης:	±3%
συμμετρία δέσμης:	± 3%
– Μονάδες κοβαλτίου-60 και καισίου-137:	
συμμετρία δέσμης:	± 3%
– Μονάδες ακτίνων Χ ορθότητας:	
συμμετρία δέσμης:	± 6%
– Δέσμες ηλεκτρονίων:	
επιπεδότητα και συμμετρία:	± 3%
– Συντελεστής διέλευσης σφηνών και αντισταθμιστών:	± 2%
– Σύστημα ελέγχου δόσης:	
επαναληψιμότητα:	± 0,5%
γραμμικότητα:	±1%
αποτέλεσμα ρυθμού δόσης:	±2%
σταθερότητα:	±2%
γωνία σχάρας:	±3%

Σύστημα σχεδιασμού θεραπείας (ICRU, 1986)

- Η κατανομή δόσης με H/Y μπορεί να θεωρηθεί ως επαρκώς ακριβής, εάν οι υπολογισθείσες και μετρηθείσες δόσεις διαφέρουν κατά λιγότερο από 2% στα σημεία τα σχετικά με την αγωγή.
- Σε περιοχές που εμφανίζονται πολύ απότομες κλίσεις δόσης, η παρατηρούμενη θέση μιας δεδομένης καμπύλης ίσης δόσης πρέπει να διαφέρει από την υπολογισθείσα δόση κατά λιγότερο από 0,3 cm.

8. ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Τα κριτήρια του παρόντος κεφαλαίου έχουν επιλεγθεί ως κριτήρια για δοκιμές που μπορούν σχετικά εύκολα να γίνουν σε τακτική βάση σε τμήματα πυρηνικής ιατρικής. Εάν τα κριτήρια δεν πληρούνται, αυτό πρέπει να εκληφθεί ως ένδειξη της αναγκαιότητας να γίνουν περαιτέρω έρευνες για να καθοριστούν οι αιτίες και να υποβοηθηθεί η λήψη απόφασης σχετικά με την ενέργεια αποκατάστασης. Τα κριτήρια για την κάμερα γ για επίπεδη χρήση και χρήση SPECT και για το βαθμονομητή ισοτόπων προέρχονται από την Έκθεση 65 IPSM (IPSM, 1992).

κάμερα-γ (κατευθυντήρας υψηλής διακριτικής ικανότητας - ^{99m}Tc)

Ομοιογένεια

- Η διακύμανση πρέπει να είναι μικρότερη από $\pm 10\%$ στο πλαίσιο του χρησιμοποιούμενου πεδίου. Η δοκιμή πρέπει να εκτελεστεί με και χωρίς κατευθυντήρα και σε συγκεκριμένα παράθυρα ενέργειας ($E \pm 10\%$).

Ευαισθησία

- Η ευαισθησία (ικανότητα ανίχνευσης των ακτίνων-γ που εκπέμπονται από μη ραδιενεργό πηγή σε cps/MBq) πρέπει να διαφέρει λιγότερο από 20% από την τιμή αναφοράς.

Κέντρο περιστροφής (SPECT)

- Η απόκλιση του κέντρου περιστροφής πρέπει να είναι σταθερή στο πλαίσιο του μισού pixel.

Κάμερα πολλών κεφαλών

Ευαισθησία

- Οι διαφορές στην ευαισθησία μεταξύ οποιονδήποτε κεφαλών πρέπει να είναι μικρότερη από 10%.

Γεωμετρία

- Η αντιστοιχία pixel προς pixel των αντίστροφων όψεων πρέπει να κυμαίνεται στο μισό ενός pixel.

Βαθμονομητής ισοτόπων

Γραμμικότητα

- Η γραμμικότητα πρέπει να είναι μικρότερη από $\pm 5\%$ σε όλο το φάσμα των χρησιμοποιούμενων ενεργειών.

Αναπαραγωγικότητα

- Η αναπαραγωγικότητα πρέπει να είναι μικρότερη από $\pm 5\%$.

Ακρίβεια

- Η ακρίβεια του οργάνου πρέπει να είναι μικρότερη από 5% για τις πηγές ακτινοβολίας γ με ενέργεια μεγαλύτερη από 100 keV, και μικρότερη από 10% για τις πηγές ακτινοβολίας β και τις πηγές ακτινοβολίας γ χαμηλής ενέργειας.

Παράρτημα Α1:

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

AEC:	αυτόματος έλεγχος έκθεσης
CEC:	Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕ)
CT:	αξονική τομογραφία
CTDI:	δείκτης δόσης αξονικής τομογραφίας
DG:	Γενική Διεύθυνση (ΓΔ)
EC:	Ευρωπαϊκή Κοινότητα (ΕΚ)
FSD:	απόσταση εστίας δέρματος
HU:	Μονάδα Hounsfield ($HU = 1000/(\mu/\mu_0 - 1)$), όπου μ είναι ο συντελεστής γραμμικής εξασθένησης για τον αντίστοιχο ιστό και μ_0 είναι ο συντελεστής γραμμικής εξασθένησης για το νερό. Ο αριθμός CT για τον αέρα είναι περίπου 1000 και ο αριθμός CT για το νερό λαμβάνει την τιμή 0, ενώ 1 HU είναι ισοδύναμο με περίπου 0,1% του συντελεστή γραμμικής εξασθένησης για το νερό.
HVL:	πάχος υποδιπλασιασμού
ICRU:	Διεθνής Επιτροπή για τις Μονάδες και Μετρήσεις των Ακτινοβολιών (International Commission on Radiological Units and Measurements)
IEC:	Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (International Electrotechnical Commission)
IPSM:	Institute of Physical Sciences in Medicine (Ινστιτούτο Θετικών Επιστημών Ιατρικής)
NCS:	Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie.
NEMA:	National Electrical Manufacturers' Association (Εθνική Ένωση κατασκευαστών Ηλεκτρολογικών Προϊόντων)
OD:	οπτική πυκνότητα (ΟΠ)
PMMA:	πολυμεθυλομεθακρυλικό
SPECT:	υπολογιστική τομογραφία απλής εκπομπής φωτονίων
TNO:	Netherlands Organization for Applied Scientific Research (Οργανισμός εφαρμοσμένης επιστημονικής έρευνας των Κάτω Χωρών)
WHO:	Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ)

Παράρτημα Α2: ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΩΝ

Οι ορισμοί που παρέχονται στο παρόν παράρτημα ενδέχεται να μην ισχύουν παντού, αλλά εκφράζουν την έννοια των όρων όπως αυτοί χρησιμοποιούνται στο παρόν έγγραφο.

Απορροφούμενη δόση:

- Το πηλίκιο της μέσης ενέργειας που εναποτίθεται από ιοντίζουσα ακτινοβολία στη μάζα ενός απειροελάχιστου μικρού όγκου προς τη μάζα του υλικού του όγκου αυτού (από το ICRU 1980).

Ακρίβεια:

- Η εγγύτητα μιας παρατηρούμενης τιμής μιας ποσότητας προς την πραγματική τιμή. Το ποσοστό της διαφοράς μεταξύ της μετρούμενης τιμής (m) και της πραγματικής τιμής (t) σύμφωνα με τον τύπο: $100 \times (m-t)/t$.

Σύστημα αυτόματου ελέγχου έκθεσης (AEC):

- Τρόπος λειτουργίας ενός μηχανήματος ακτίνων X κατά τον οποίο η φόρτιση της λυχνίας ελέγχεται αυτόματα και τελειώνει όταν επιτευχθεί μια προκαθορισμένη έκθεση σε ακτινοβολία στο δέκτη εικόνας. Το δυναμικό της λυχνίας μπορεί να ελέγχεται αυτόματα ή όχι.

Βάση και ομίχλωση (Dmin):

- Η οπτική πυκνότητα ενός μη εκτεθειμένου φιλμ μετά την εμφάνιση.

Τιμή αναφοράς (η τιμή αναφοράς μιας παραμέτρου λειτουργίας):

- είτε η τιμή που αποκτάται για την παράμετρο αυτή στον αρχικό έλεγχο αξιοπιστίας αμέσως μετά τη δοκιμή κατάστασης· είτε
- όταν περιγράφεται σε ένα αντίστοιχο ειδικό πρότυπο, η μέση τιμή των τιμών που αποκτώνται σε ένα σύνολο αρχικών δοκιμών σταθερότητας, αμέσως μετά τη δοκιμή κατάστασης.

Συμπίεση μαστού

- Η εφαρμογή πίεσης στο μαστό κατά τη διάρκεια της μαστογραφίας έτσι ώστε να ακινητοποιηθεί ο μαστός και να παρουσιάζει ένα πιο ομοιόμορφο πάχος μαστού στη δέσμη των ακτίνων X.

Αξιοπιστία:

Βλέπε ακρίβεια, οι μετρήσεις εκτελούνται συνήθως για μια χρονική περίοδο.

Έλεγχος σταθερότητας:

Κάθε σύνολο δοκιμών που πραγματοποιούνται

- για να εξασφαλισθεί ότι η λειτουργική επίδοση του εξοπλισμού πληροί τα καθορισμένα κριτήρια· ή
- για να διευκολυνθεί η πρόωμη αναγνώριση μεταβολών στις ιδιότητες των στοιχείων του εξοπλισμού.

Δείκτης αντίθεσης:

- Η διαφορά στα βήματα πυκνότητας που διαπιστώνεται μεταξύ του βήματος του εγγύτερου στο σημείο ταχύτητας και του βήματος του εγγύτερου σε μια πυκνότητα σε 2,0 πάνω από τη βάση και την ομίχλωση.

Συντελεστής μετατροπής:

- Ο λόγος δύο ποσοτήτων που εκφράζεται συνήθως ως συντελεστής πολλαπλασιασμού (εκτός αν δηλωθεί αλλιώς) για τη μετατροπή της τιμής της μιας ποσότητας στην άλλη.

Δείκτης δόσης τομογραφίας με H/Y (CTDI):

- Το ολοκλήρωμα ενός προφίλ δόσης $D(z)$ δια του ονομαστικού πάχους τομής T : $CTDI = (1/T) \int D(z) dz$, όπου $D(z)$ είναι το προφίλ δόσης ως συνάρτηση της θέσης z κατά μήκος μιας ευθείας κάθετης στο τομογραφικό επίπεδο.

Απόκλιση:

- Ποσοστό της διαφοράς μεταξύ της μετρηθείσας τιμής (m) και της καθορισμένης τιμής (p) σύμφωνα με τον τύπο: $(m/p-1) \times 100\%$.

Dmin:

Βλέπε βάση και ομίχλωση

Δόση επιφάνειας εισόδου (ESD):

- Η απορροφούμενη δόση στον αέρα, συμπεριλαμβανομένης της συμβολής από οπισθοσκέδαση, που μετράται σε ένα σημείο στην επιφάνεια εισόδου ενός καθορισμένου αντικειμένου, δηλ. στο μαστό κάποιου ασθενούς ή σε ένα τυποποιημένο ομοίωμα.

Καθορισμένα κριτήρια:

- Σε ένα πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας, οι αποδεκτές διακυμάνσεις των αποτελεσμάτων ενός ελέγχου σταθερότητας που σηματοδοτούν την ικανοποιητική λειτουργική απόδοση του δοκιμαζόμενου εξοπλισμού.

Πλέγμα:

- Μια διάταξη που τοποθετείται κοντά στην επιφάνεια εισόδου ενός δέκτη εικόνας για να μειώσει την ποσότητα της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας που φθάνει στο δέκτη.

Συντελεστής έκθεσης συστήματος πλέγματος:

- Ο λόγος του προσπίπτοντος kerma αέρα στον αέρα με το σύστημα πλέγματος τοποθετημένο προς το προσπίπτον kerma αέρα στον αέρα χωρίς το σύστημα πλέγματος. Ο συντελεστής έκθεσης του συστήματος πλέγματος εξαρτάται από το είδος του πλέγματος, την ποιότητα ακτινοβολίας, το μέγεθος του πεδίου και το πάχος του αντικειμένου. Συνιστάται να μετράται στα 28 kV και να χρησιμοποιείται ένα ομοίωμα PMMA πάχους 4 cm.

Πάχος υποδιπλασιασμού (HVL):

- Το πάχος του απορροφητή αλουμινίου που εξασθενίζει το kerma αέρα μιας κατευθυνόμενης δέσμης ακτίνων X κατά το μισό υπό συνθήκες περιορισμένης σκέδασης.

Μαστογραφία:

- Η εξέταση με ακτίνες X του γυναικείου στήθους. Αυτή μπορεί να αναληφθεί για τον προληπτικό έλεγχο υγείας του πληθυσμού (πληθυσμιακός έλεγχος με μαστογραφία) ή για τη διερεύνηση συμπτωμάτων νόσου του στήθους (συμπτωματική διάγνωση).

MGrad:

- Η ιδιότητα που εκφράζει την αντίθεση φιλμ στο διαγνωστικό φάσμα. Υπολογίζεται ως η κλίση της ευθείας που ορίζεται από τα σημεία $D1 = D_{min} + 0,25 OD$ και $D2 = D_{min} + 2,00 OD$.

Καθαρή οπτική πυκνότητα:

- Η οπτική πυκνότητα μείον τη βάση και την ομίχλωση.

Οπτική πυκνότητα (OII):

- Ο λογάριθμος του λόγου της έντασης του κάθετα προσπίπτοντος φωτός σε ένα φιλμ προς την ένταση φωτός που διαπερνά από το φιλμ.

Παροχή:

Βλέπε παροχή ακτινοβολίας

PMMA:

- Πολυμεθυλομεθακρυλικό. Ορισμένες εμπορικές ονομασίες είναι Lucite, Perspex και Plexiglass.

Επαναληψιμότητα:

- Η διακύμανση (συνήθως σχετική τυπική απόκλιση) στις παρατηρούμενες τιμές συνήθως για ένα σύνολο μετρήσεων που γίνονται περίπου την ίδια στιγμή.

Διασφάλιση ποιότητας (όπως ορίζεται από την ΠΟΥ):

- Όλες εκείνες οι προγραμματισμένες και συστηματικές ενέργειες που είναι απαραίτητες για την παροχή της επαρκούς βεβαιότητας ότι μια δομή, ένα σύστημα ή ένα στοιχείο θα λειτουργεί ικανοποιητικά (ISO 6215-1980). Η ικανοποιητική λειτουργία συνεπάγεται τη βέλτιστη ποιότητα του συνόλου της διαγνωστικής διαδικασίας, π.χ. τη σταθερή παραγωγή επαρκών πληροφοριών σχετικά με τη διάγνωση με ελάχιστη έκθεση σε ακτινοβολία τόσο των ασθενών όσο και του προσωπικού.

Ποιοτικός έλεγχος (όπως ορίζεται από την ΠΟΥ):

- Το σύνολο των λειτουργιών (προγραμματισμός, συντονισμός, υλοποίηση) που στοχεύουν στη διατήρηση ή στη βελτίωση [...] (ISO 3534-1977). Εφαρμοζόμενος σε διαγνωστική διαδικασία, καλύπτει την παρακολούθηση, την

αξιολόγηση και τη διατήρηση σε βέλτιστα επίπεδα όλων των χαρακτηριστικών απόδοσης που μπορούν να οριστούν, να μετρηθούν και να ελεγχθούν.

Δόση ακτινοβολίας:

- Γενικότερος όρος για πολλές ποσότητες που αφορούν και περιλαμβάνουν την απορροφούμενη δόση, όπως π.χ. kerma αέρα, δόση εισόδου, δόση εξόδου κλπ.

Παροχή ακτινοβολίας:

- Το kerma αέρα που μετριέται στον αέρα (χωρίς οπισθοσκέδαση) ανά μονάδα φόρτισης λυχνίας σε συγκεκριμένη απόσταση από την εστία της λυχνίας ακτίνων X και σε δηλωμένους συντελεστές ακτινολογικής έκθεσης.

Ποιότητα ακτινοβολίας:

- Το μέτρο τη διεισδυτικής δύναμης μιας δέσμης ακτίνων X, που χαρακτηρίζεται συνήθως από δήλωση του δυναμικού της λυχνίας και του πάχους υποδιπλασιασμού.

Τιμή δόσης αναφοράς:

- Η τιμή μιας ποσότητας που αποκτάται για τους ασθενείς, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για την αποδοχή ενός αποτελέσματος. Στην έκδοση του 1996 των ευρωπαϊκών κατευθυντήριων γραμμών για τα κριτήρια ποιότητας των διαγνωστικών ακτινογραφιών αναφέρεται ότι η τιμή αναφοράς μπορεί να ληφθεί ως οροφή από την οποία πρέπει να επιδιωχθεί πρόοδος για να μειωθούν οι τιμές δόσης σύμφωνα με την αρχή ALARA. Ο στόχος αυτός συμβαδίζει επίσης με τις συστάσεις της δημοσίευσης 60 του ICRP ότι πρέπει να εξεταστεί η χρήση των περιορισμών δόσης και τα επίπεδα αναφοράς ή διερεύνησης για εφαρμογή σε ορισμένες συνήθειες διαγνωστικές διαδικασίες. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτόνησε συγκεκριμένους οδηγούς σχετικούς με το στόχο και την ανάπτυξη διαγνωστικών επιπέδων αναφοράς.

Επαναληψιμότητα:

Βλέπε επαναληψιμότητα.

Αναπαραγωγιμότητα:

Βλέπε επαναληψιμότητα, οι μετρήσεις πραγματοποιούνται συχνά για κάποια χρονική περίοδο.

Ταχύτητα:

- Ευαισθησία· η ιδιότητα του επιχρίσματος του φιλμ που συνδέεται άμεσα με τη δόση. Η ταχύτητα υπολογίζεται ως η αποκοπή στον άξονα X σε οπτική πυκνότητα $1,00 + D_{min}$ και καλείται επίσης “σημείο ταχύτητας” ("speedpoint"). Όσο υψηλότερη είναι η ταχύτητα, τόσο λιγότερη δόση χρειάζεται για να αποκτηθεί η ορθή οπτική πυκνότητα. Καθώς η καμπύλη του φιλμ δημιουργείται από περιορισμένο αριθμό σημείων, η ταχύτητα πρέπει να εξαχθεί με παρεμβολή. Η γραμμική παρεμβολή θα έχει ως αποτέλεσμα την επαρκή ακρίβεια.

Σημείο ταχύτητας:

Βλέπε ταχύτητα

Δοκιμές κατάστασης:

- Δοκιμές που πραγματοποιούνται για να καθοριστεί η λειτουργική κατάσταση του εξοπλισμού σε κάποιο δεδομένο χρόνο.

Αντίθεση κατωφλίου:

- Η αντίθεση που παράγει μια μόλις ορατή διαφορά μεταξύ δύο οπτικών πυκνοτήτων.

Δυναμικό λυχνίας:

- Η διαφορά δυναμικού (σε kilovolt, kV) που εφαρμόζεται στην άνοδο και την κάθοδο της λυχνίας των ακτίνων X κατά τη διάρκεια μιας ακτινολογικής έκθεσης.

Μεταβολή:

- Η απόλυτη διαφορά δύο μεμονωμένων μετρήσεων (α και β) δια του μέσου όρου των αριθμών αυτών σύμφωνα με τον τύπο: $((a-b)/(1/2a+1/2b)) \times 100\%$.

Παράρτημα Α3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bland WF. European certificates of technical conformity for radiological equipment, Contract 90-ET-001, November 1990
- Bland WF. CEC suggested technical criteria for radiodiagnostic equipment. September 1994
- CEC. Kirkpatrick A, S Törnberg, MAO Thijssen. Ευρωπαϊκές κατευθυντήριες γραμμές για τη διασφάλιση ποιότητας στον πληθυσμιακό έλεγχο με μαστογραφία. Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Έκθεση EUR 14821, 1993
- CEC. Kohn MM, BM Moores, H Schibilla, K Schneider, H St Stender, FE Stieve, D Teunen, B Wall, editors. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. EUR 16261 EN, 1996a
- CEC. De Wolf CJM, NM Perry. European guidelines for quality assurance in mammography screening. Commission of the European Communities. Second edition, 1996b
- Οδηγία 96/29/Ευρατόμ του Συμβουλίου - ΕΕ L-159 της 29/6/96
- Οδηγία 84/466/Ευρατόμ του Συμβουλίου - ΕΕ L-265 της 5/10/84
- Οδηγία 97/43/Ευρατόμ του Συμβουλίου - ΕΕ L-180 της 30/6/97
- DIN. Sicherung der Bildqualität in Röntgendiagnostische Betrieben, DIN 6868 Teil 50, juni 1990
- ICRU Computers in external beam radiotherapy procedures with high energy photons and electrons. International Commission on Radiological Units and Measurements, ICRU report No. 42, 1986
- IEC. Evaluation and routine testing in medical imaging departments, part 1: General aspects. 1993
- IPSM. Quality standards in nuclear medicine. IPSM Report 65, 1992
- Kal HB, J Zoetelief. Criteria for acceptability of radiological and nuclear medicine installations: inventory of responses on national criteria. TNO-report RD-I/9602-366, November 1995
- Kal HB, J Zoetelief. Proposed criteria for acceptability of radiological and nuclear medicine installations. TNO-report RD-I/9602-367, January 1996
- NCS. Implementation of quality control programmes for electron accelerators in radiation therapy centres in The Netherlands. Meijer GJ, HJ van Kleffens, BJ Mijneer. Draft version, November 1995
- WHO. Quality assurance in radiotherapy. World Health Organization, Geneva, 1988.