

1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Απομακρυσμένος Ποιοτικός Έλεγχος Και Δοσιμετρία Ψηφιακών Ακτινολογικών Εικόνων Με Χρήση Εξειδικευμένων Εργαλείων Ανάλυσης Εικόνας.

Γκεσούλη Αθηνά¹, Δημήτρης Σαμαράς¹, Μιχαλιού Μαρία¹, Βασιλική Σόφτα¹, Κώστας Κάμπρας¹, Κική
Θεοδώρου¹, Βιργινία Τσαπάκη², Τσούγκος Ιωάννης¹

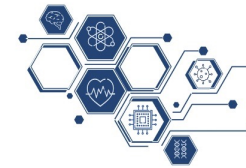
¹Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα, Ελλάδα

²Τμήμα Ιατρικής Φυσικής, Κωσταντοπούλειο Γενικό Νοσοκομείο, Αθήνα, Ελλάδα

Διοργανωτές



1. Εισαγωγή-Σκοπός



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- **Προκλήσεις στην απεικόνιση:**

Έλλειψη προτυποποιημένων πρωτοκόλλων λήψης εικόνας, συστημάτων και λογισμικών.

Η τυποποίηση μπορεί να είναι δύσκολο να επιτευχθεί στην πράξη, καθώς μπορεί να εμπλέκονται διαφορετικά συστήματα απεικόνισης, μοντέλα, εκδόσεις λογισμικού και απεικονιστικά πρωτόκολλα.

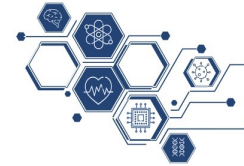
- **Τα αποτελεσματικά προγράμματα διασφάλισης ποιότητας (QA) :**

Βελτιώνουν την ποιότητα εικόνας

Μειώνουν την έκθεση των ασθενών και προσωπικού

Ο ποιοτικός έλεγχος (QC) είναι ένα ουσιαστικό μέρος του QA που περιλαμβάνει περιοδικό και ετήσιο έλεγχο όλων των στοιχείων ενός συστήματος απεικόνισης.

1. Εισαγωγή-Σκοπός



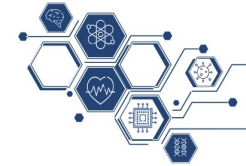
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Σκοπός:

Μια ομάδα ειδικών (Φυσικοί Ιατρικής) θα παρέχει επιτόπου προγράμματα QC και QA στον ακτινογραφικό εξοπλισμό του νοσοκομείου, χρησιμοποιώντας αποκλειστικά ομοιώματα (phantoms) και το λογισμικό της ΙΑΕΑ (ΑΤΙΑ):

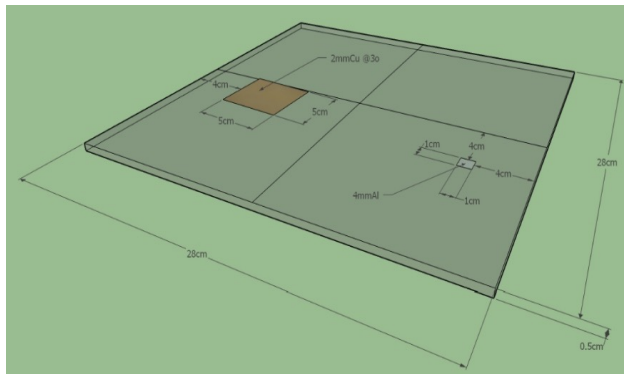
- Ο ποιοτικός έλεγχος θα καθορίσει το εύρος αποδοχής για πολύ συγκεκριμένες μετρήσεις ή σημεία δεδομένων σχετικά με ψηφιακή ακτινογραφία και μαστογραφία, και θα λαμβάνονται μέτρα εφόσον οι μετρήσεις θα βρίσκονται εκτός συγκεκριμένων ορίων.
- Με τα ομοιώματα της ΙΑΕΑ, το QC θα εκτελείται σε καθημερινή ή εβδομαδιαία βάση με χρήση του δείκτη ανιχνευσιμότητας (d'). Επίσης, τα κύρια χαρακτηριστικά απόδοσης απεικόνισης (ομοιογένεια, χωρική ανάλυση κ.λπ.) θα αξιολογηθούν αυτόματα από το συνοδευόμενο λογισμικό.
- Για να εξασφαλιστεί η Διασφάλιση Ποιότητας (QA) θα χρησιμοποιηθεί συστηματική συλλογή και αξιολόγηση δεδομένων για να εξασφαλιστούν άριστα αποτελέσματα.
- Το QA θα επικεντρωθεί σε συγκεκριμένους δείκτες που πιστεύεται ότι επηρεάζουν την ποιότητα των δεδομένων.
- Θα εφαρμοστεί η λογική του Continuous Quality Improvement (CQI) με την πραγματοποίηση βελτιώσεων και επιτόπου εκπαίδευσης για την βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων.

➤ (1/2) Μέθοδοι και Υλικά

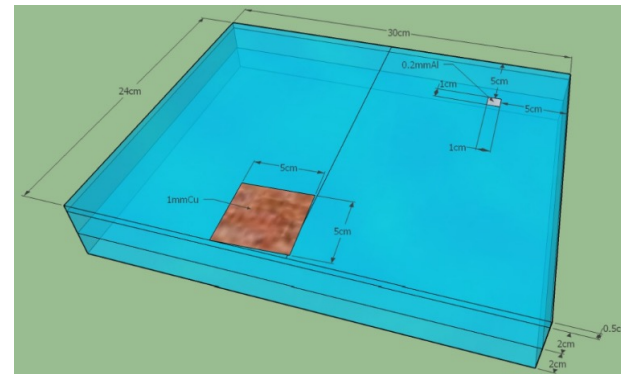


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Σε συνεργασία με τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας (ΔΟΑΕ) αναπτύξαμε μια μεθοδολογία για τη δημιουργία ομοιωμάτων QC με ευκολία κατασκευής και χαμηλό κόστος, καθώς χρησιμοποιούνται υλικά που μπορούν να αγοραστούν και να κατασκευαστούν τοπικά όπως μεθακρυλικός πολυμεθυλεστερας (π.χ. plexiglass), αλουμίνιο και χαλκός.



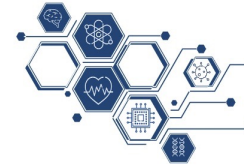
Ακτινογραφικό ομοίωμα, Source: IAEA HH Series 39



Ομοίωμα Μαστογραφίας, Source: IAEA HH Series 39

➤ Η δοκιμή θέσης σε λειτουργία και αποδοχής είναι πρωταρχικής σημασίας.

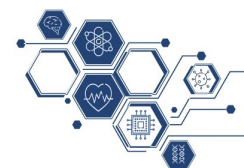
➤ (2/2) Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

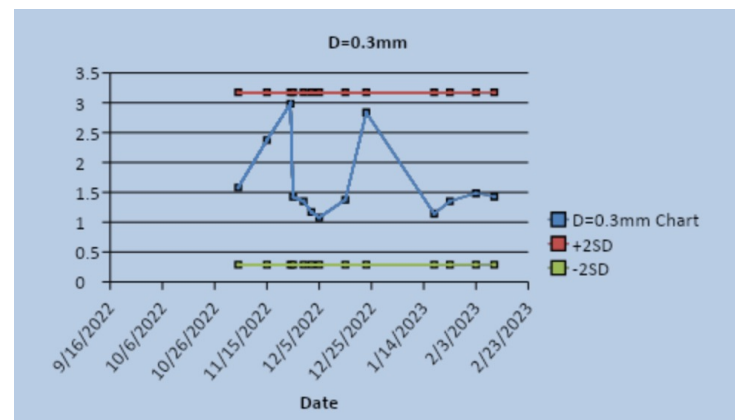
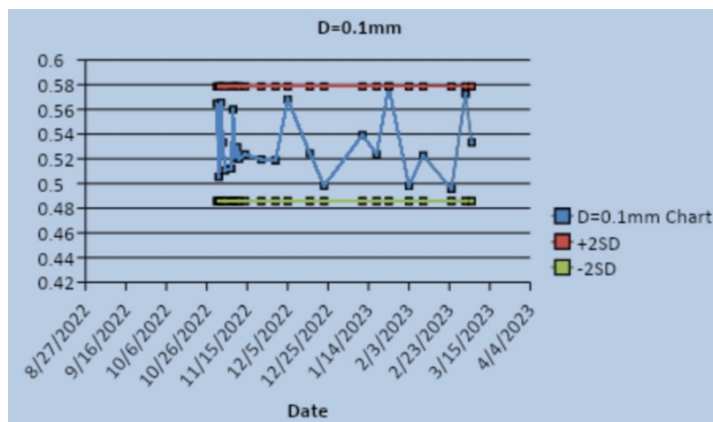
- Αναπτύχθηκε επίσης, μια εφαρμογή λογισμικού (ΑΤΙΑ) που αναλύει αυτόματα την DICOM πληροφορία παρέχοντας τις ακόλουθες μετρήσεις ποιότητας εικόνας (IQ): SDNR (Αναλογία διαφοράς σήματος προς θόρυβο), SNR (Λόγος σήματος προς θόρυβο), MTF (Λειτουργία μεταφοράς διαμόρφωσης), NNPS (Φάσμα ισχύος θορύβου) και δείκτη ανιχνευσιμότητας (d').
- Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ΑΤΙΑ εξάγονται σε αρχείο CSV. Έχει αναπτυχθεί ένα υπολογιστικό φύλλο Microsoft Excel® για τη συλλογή, τη γραφική παράσταση και τον προσδιορισμό της αποδοχής των δεδομένων. Το αρχείο CSV διαβάζεται από το υπολογιστικό φύλλο και τα δεδομένα εξάγονται. Αφού καθοριστούν οι γραμμές βάσης και τεθούν σε εφαρμογή τα επίπεδα δράσης, τα εξαγόμενα δεδομένα προστίθενται στη βάση δεδομένων, σχεδιάζονται γραφικά και μπορούν να συγκριθούν με όρια ενεργειών.
- Η διαδικασία προϋποθέτει ότι το υπό εξέταση σύστημα απεικόνισης έχει την ικανότητα να δημιουργεί και να μεταφέρει μη επεξεργασμένες (δηλαδή «για επεξεργασία») εικόνες QC.

➤ (1/3) Αποτελέσματα



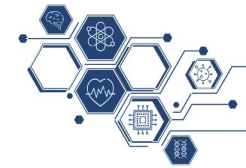
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Το προτεινόμενο ομοίωμα και το λογισμικό δοκιμάστηκαν στο Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Λάρισας και σε ιδιωτική κλινική (ΚΠ) σε συστήματα ψηφιακής μαστογραφίας και ακτινογραφίας. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν σε μια περίοδο έξι μηνών. Όλοι οι δείκτες ποιότητας εικόνας συμπεριλαμβανομένου και του δείκτη ανιχνευσιμότητας ελέγχονται εντός αποδεκτών ορίων ενώ παρατηρήθηκαν μικρές διακυμάνσεις στο λόγο σήματος προς θόρυβο υποδεικνύοντας περιοχές περαιτέρω διερεύνησης.



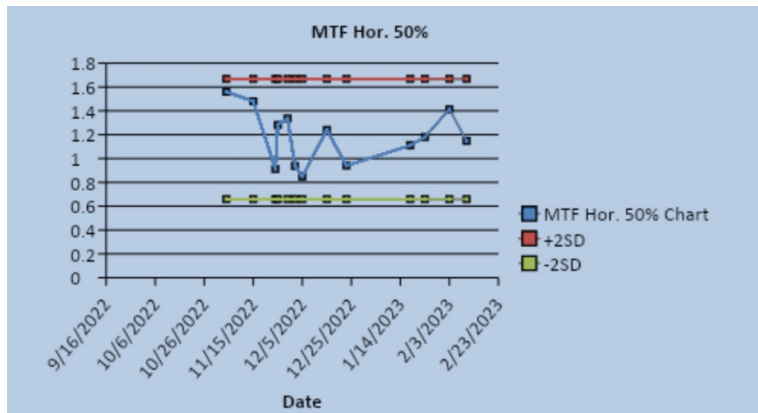
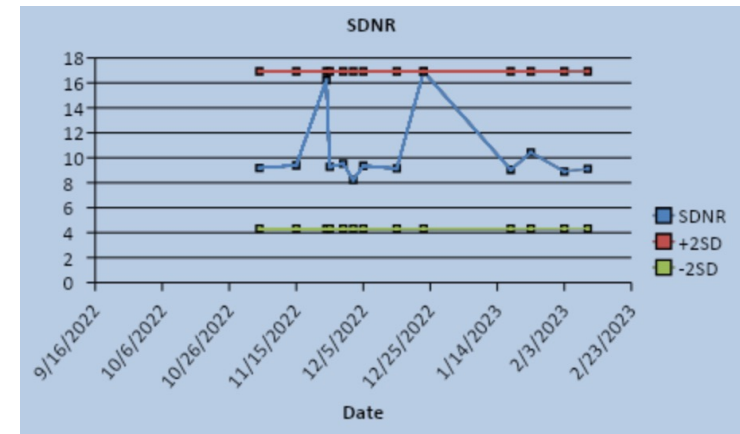
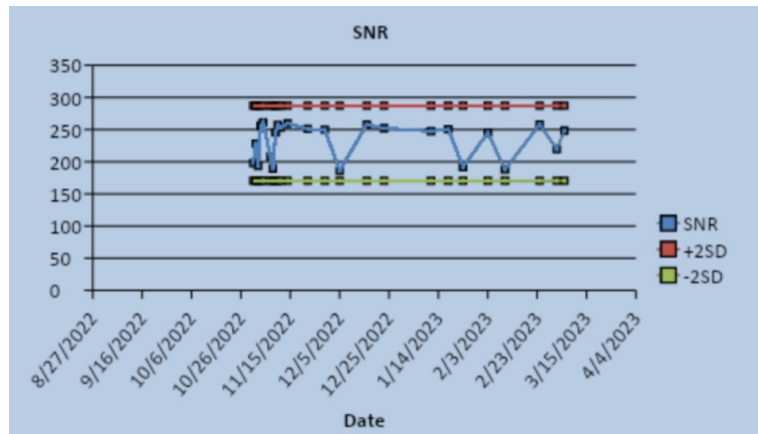
- Αυτός ο δείκτης υπολογίζει τη χωρική ανάλυση και τα χαρακτηριστικά θορύβου μιας εικόνας σε σχέση με μια συγκεκριμένη διαγνωστική εργασία. **Μέσω του d' , ένα απλό ομοίωμα μπορεί να συνδεθεί άμεσα με την απόδοση κλινικής απεικόνισης.**

➤ (2/3) Αποτελέσματα



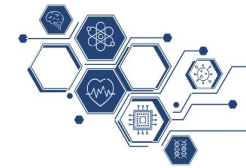
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

➤ Παρουσιάζονται τα διαγράμματα ελέγχου SNR και SDNR. Καθώς και το διάγραμμα για το MTF 50%.



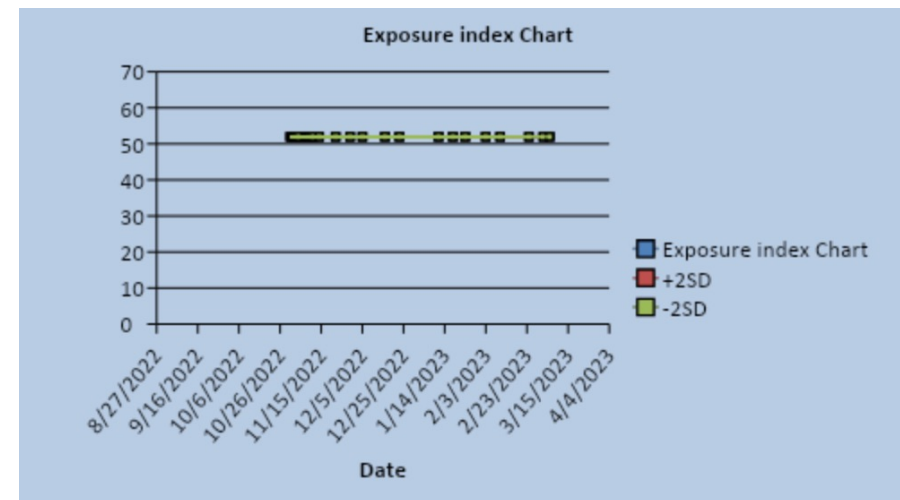
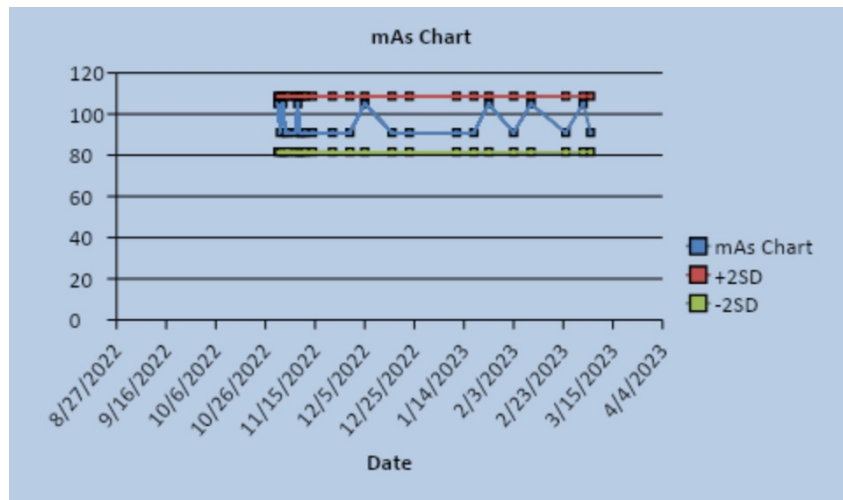
➤ Το MTF αντιπροσωπεύει την ικανότητα ενός συστήματος απεικόνισης να εμφανίζει πιστά τη διαμόρφωση του σήματος (δηλαδή, την αντίθεση) για αντικείμενα όλων των χωρικών συχνοτήτων.

➤ (3/3) Αποτελέσματα



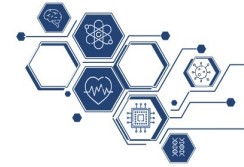
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

➤ Παράλληλα, όλα τα γραφήματα των mAs και kVr παρουσιάζουν σταθερές τιμές με πολύ μικρές διακυμάνσεις εντός των ορίων όπως αντίστοιχα και ο δείκτης έκθεσης.



➤ Τα όρια ελέγχου ορίζονται σε δύο τυπικές αποκλίσεις από τη γραμμή βάσης. Η διακύμανση που παρουσιάζεται εντός αυτών των ορίων θεωρείται φυσιολογική και αποδεκτή, όμως η παραλλαγή εκτός των ορίων απαιτεί κάποια δραστηριότητα παρακολούθησης.

➤ (1/2) Συμπεράσματα



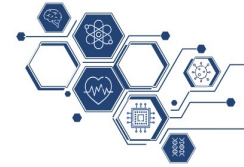
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

➤ Η προκαταρκτική αξιολόγηση της εν λόγω μεθοδολογίας του ΔΟΑΕ έδειξε ότι μπορεί να παρέχει σημαντικά δεδομένα QC που είναι ευαίσθητα σε αλλαγές στα συστήματα απεικόνισης. Το αυτοματοποιημένο λογισμικό ΑΤΙΑ αποδεικνύεται μία ιδιαίτερα χρήσιμη μεθοδολογία προκειμένου να ελέγχεται η ποιότητα της εικόνας απομακρυσμένα και να πραγματοποιείται ένας τακτικός έλεγχος του δείκτη ανιχνευσιμότητας και επαναληψιμότητας των μετρήσεων ποιότητας με εύκολο γρήγορο και ασφαλή τρόπο.

➤ **Η προτεινόμενη μεθοδολογία απομακρυσμένου και αυτοματοποιημένου QC του ΔΟΑΕ**

- αποκαλύπτει τη σημασία του εβδομαδιαίου ελέγχου QC στην κλινική ρουτίνα, καθώς οι εικόνες ακτινών X κακής ποιότητας μπορεί να παρεμποδίσουν την κλινική φροντίδα.
- θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων ακτινών X καθώς πολλά προβλήματα μπορούν να βρεθούν και να διορθωθούν πριν επηρεάσουν την κλινική ποιότητα.

➤ (2/2) Συμπεράσματα



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- Η μεθοδολογία του ΔΟΑΕ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων ακτινών X ως μέρος μιας επιτυχημένης διαδικασίας βελτιστοποίησης της δόσης ακτινοβολίας. Η αξιολόγηση με τη χρήση της μεθοδολογίας του ΔΟΑΕ είναι αντικειμενική. Το λογισμικό ΑΤΙΑ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αυτόνομο και το ομοίωμα θα μπορούσε επίσης να προσαρμοστεί ώστε να είναι συμπληρωματικό στους εθνικούς κανονισμούς.
- Τέλος, η εκπαίδευση του τοπικού προσωπικού είναι μια ουσιαστική αρχική προσπάθεια που πρέπει να αναλάβει ο εμπειρογνώμων Ιατρικής Φυσικής - Ακτινοπροστασίας, καθώς η συνεργασία είναι το κλειδί για την επιτυχία του προγράμματος, όπως συμβαίνει με κάθε επίσημο πρόγραμμα QC σε οποιοδήποτε ακτινολογικό τμήμα.
- Όπως συμβαίνει με κάθε νέο πρόγραμμα, είναι πιθανό να υπάρχουν δυνατότητες βελτίωσης. Καθώς η εφαρμογή μεγαλώνει σε ευρεία κλίμακα, αναμένεται ότι η χρήση αυτού του ενοποιημένου προγράμματος θα οδηγήσει σύντομα σε μια μεγάλη βάση δεδομένων αποτελεσμάτων απόδοσης. Μια συλλογική μετα-ανάλυση αυτών των δεδομένων θα μπορούσε να αποφέρει σημαντικά αποτελέσματα όσον αφορά τις επιδόσεις των συστημάτων. Μια τέτοια ανάλυση μπορεί να βοηθήσει στον καθορισμό προτύπων απόδοσης, ορίων ελέγχου και να υποδείξει τομείς όπου μπορούν να γίνουν βελτιώσεις στα πρωτόκολλα απεικόνισης.