



Quality Control Procedures of Medical Ultrasound Systems

Demetris Kaolis

Medical Physicist, Nicosia General Hospital

Cyprus Association of Medical Physics and Biomedical Engineering



Why do US QC

- Many medical physicists are involved with responsibilities in areas of diagnosis and treatment. These activities take the form of consultations with physician colleagues.
- In radiation oncology departments, one important example is the planning of radiation treatments for cancer patients, using either external radiation beams or internal radioactive sources and radiopharmaceuticals. An indispensable service is the accurate measurement of the radiation output from radiation sources employed in cancer therapy.
- In the specialty of nuclear medicine, physicists collaborate with physicians in procedures utilizing radionuclides for delineating internal organs and determining important physiological variables, such as metabolic rates and blood flow.
- Other important services are rendered through investigation of equipment performance, organization of quality control in imaging systems, design of radiation installations, and control of radiation hazards. The medical physicist is called upon to contribute clinical and scientific advice and resources to solve the numerous and diverse physical problems that arise continually in many specialized medical areas. (AAPM)



Excuses for not doing US QC

- **Ultrasound is considered to be an established and safe modality; therefore, no quality assurance is necessary. (no biological effects have ever been shown at diagnostic levels for the last 50 years) (Physicians)**
- **Ultrasound scanners are very stable; therefore, no quality assurance is necessary. (Physicians)**
- **No one really knows what to test, how often to test, what measured values to expect, or what equipment to use in an ultrasound quality assurance program. Consequently, performance testing of ultrasound scanners is more trouble than its worth. (Physicists)**
- **There are no regulations requiring a well-defined quality assurance program; therefore, allocating the resources and expenses to a quality assurance program is not justified. (Administrators)**



Objectives

- Understand what are the beginning steps in order to implement a Quality Control program for ultrasound equipment
- Know which tests are appropriate to assess clinical image quality
- Know how to select test objects appropriate for these tests
- Know how to establish objective criteria



Locating the Systems

- Inventory of US equipment and probes
- Radiology, Cardiology, Vascular Surgery, Gynecology
- Pediatrics, Interventional labs, Emergency Room, Radiotherapy
- Urologists, Orthopedics
- Different types of systems
- Different probes



Prioritise

- Service contracts
- Knowledgeable users



Variety of Transducers

- Linear arrays
- Phased arrays
- Curvilinear arrays





Objectives

- Understand what are the beginning in order to implement a Quality Control program for ultrasound equipment
- Know which tests are appropriate to assess clinical image quality
- Know how to select test objects appropriate for these tests
- Know how to establish objective criteria



Basic Ultrasound Imaging Tests

- System Sensitivity
- Uniformity
- Spatial accuracy
- Contrast and Spatial Resolution

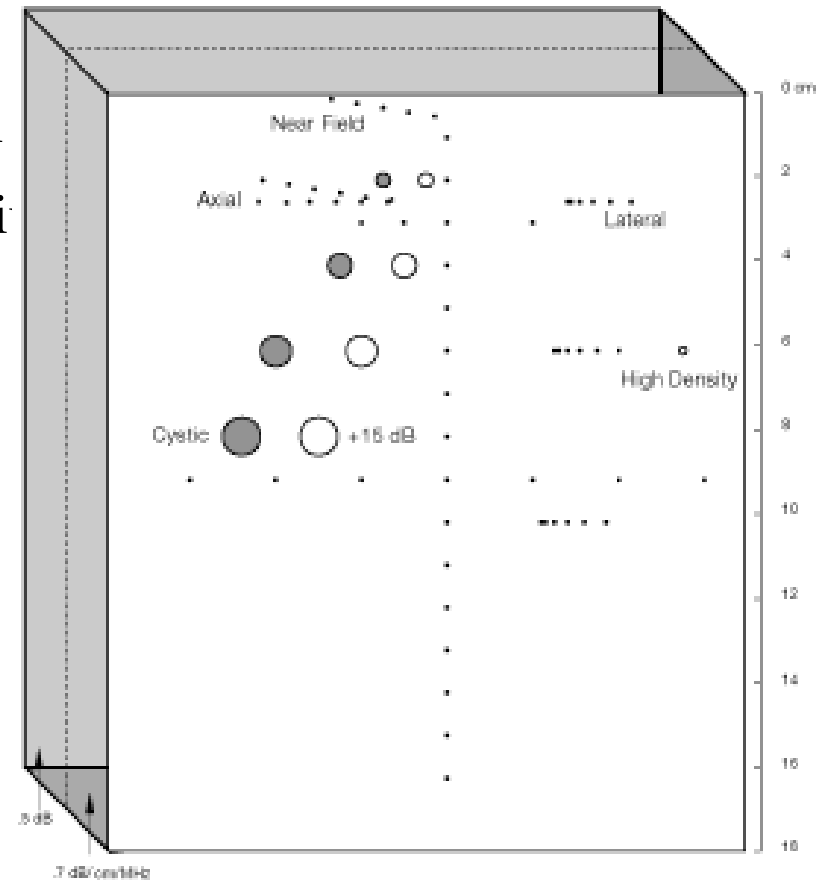


System Sensitivity

- How deep into the phantom can the instrument image?
- Affected by:
- Signal to Noise ratio
- Electronic interference and/or bad cables
- Improper instrument calibration/setup
- Transducer acoustic coupling
- Piezo-element - matching layer(s) - body
- Failure of components or boards of internal scanner components

US Phantoms Properties

- speed of sound propagation = 1540 m/s
- acoustic attenuation - 0.5 to 0.7 dB / MHz cm
- acoustic backscatter approximately similar to li tissue
- small fibers as distance targets
- near field “ringdown”
- resolution
- some have “voids” - regions with no scatter
- some have varying backscatter in small rods or spherical objects for contrast evaluation





US Phantoms Agarose Gel or Urethane





Remember!

- Gel-based phantoms will desiccate over time
- Storage in controlled temperature and humidity
- Preferably in sealed container to retain water content
- Surface of the phantom is susceptible to damage - may affect uniformity measurements



Objectives

- Understand what are the beginning in order to implement a Quality Control program for ultrasound equipment
- Know which tests are appropriate to assess clinical image quality
- Know how to select test objects appropriate for these tests
- Know how to establish objective criteria



Create a QA manual

- The QA manual must be according to standards and must follow the manual

**Εγχειρίδιο Ποιοτικού Ελέγχου
Συστήματος Υπερηχογράφου**



**Νικόλαος Παπαδόπουλος
Δημήτρης Καολής
Τμήμα Ιατρικής Φυσικής
Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας
Λευκωσία 2008**



Objective Mea

- Frequency of tests
- Not all units will have
- Baseline performance

7. Συνοπτικός Πίνακας Ποιοτικών Ελέγχων Ρουτίνας

Ποιοτικός Έλεγχος*	Συχνότητα Ελέγχων	Περιγραφή Διαδικασίας	Αποδεκτά Όρια
Έλεγχος φυσικών και μηχανικών φθορών	6μηνιαίοι	Έλεγχος για αξιολόγηση της κατάστασης στην οποία βρίσκονται οι κεφαλές σάρωσης, τα καλώδια τροφοδοσίας, τα χειριστήρια καθώς επίσης και ο βαθμός καθαριότητας του συστήματος.	Ικανοποιητική κατάσταση και λειτουργία.
Ρυθμίσεις οθόνης και πιστότητα εικόνας	6μηνιαίοι	Επαλήθευση ότι οι ρυθμίσεις αντίθεσης και φωτεινότητας της οθόνης έχουν την τιμή οριοθέτησης των βασικών παραμέτρων. Αξιολόγηση του αριθμού διαβαθμίσεων του γκριζού που είναι ορατός. Αξιολόγηση ευκρίνειας της εικόνας.	Ο αριθμός διαβαθμίσεων του γκριζού δεν πρέπει να μειωθεί περισσότερο από 2 βαθμίδες.
Έλεγχος Ομοιομορφίας	6μηνιαίοι	Αξιολόγηση μιας ομοιόμορφης περιοχής του ομοιώματος για ανίχνευση τυχόν αποκλίσεων από την αναμενόμενη ομοιόμορφη σύσταση του.	Μη σημαντικές ανομοιομορφίες
Βάθος Διείσδυσης/ Απεικόνισης	6μηνιαίοι	Αξιολόγηση του μέγιστου βάθους στο οποίο ένα αντικείμενο γίνεται αντιληπτό.	± 1 cm
Ακρίβεια Κάθετης Απόστασης	6μηνιαίοι	Έλεγχος του δείκτη μέτρησης κάθετης απόστασης του συστήματος, με μέτρηση γνωστής απόστασης στην κάθετη διεύθυνση.	± 1.5 %
Ακρίβεια Οριζόντιας Απόστασης	6μηνιαίοι	Έλεγχος του δείκτη μέτρησης οριζόντιας απόστασης του συστήματος, με μέτρηση γνωστής απόστασης στην οριζόντια διεύθυνση.	± 2.0 %
Απεικόνιση Ανηχοϊκού Αντικειμένου	6μηνιαίοι	Αξιολόγηση της ποιότητα εικόνας. Σύγκριση με τις αντίστοιχες εικόνες οριοθέτησης των βασικών παραμέτρων.	± 20 % (H/W)
Αξονική Διακριτική Ικανότητα	6μηνιαίοι	Αξιολόγηση της απεικόνισης των στόχων, που αποτελούν την ομάδα για τον υπολογισμό της αξονικής διακριτικής ικανότητας.	1 mm (>4 MHz) 2 mm (<4 MHz)
Εγκάρσια Διακριτική Ικανότητα	6μηνιαίοι	Αξιολόγηση της απεικόνισης των στόχων που αποτελούν την ομάδα για τον υπολογισμό της εγκάρσιας διακριτικής ικανότητας.	> 1mm
Νεκρή Ζώνη	6μηνιαίοι	Αξιολόγηση της απεικόνισης των στόχων που αποτελούν την ομάδα για τον υπολογισμό του βάθους της νεκρής ζώνης.	≥ 7 mm (≤ 3 MHz) ≥ 5 mm (3-7 MHz) ≥ 3 mm (≥ 7 MHz)

* Η διαδικασία για κάθε ποιοτικό έλεγχο, πρέπει να επαναλαμβάνεται για κάθε τύπου μετατροπέα του συστήματος. Εξαιρείται ο ποιοτικός έλεγχος οθονών.



Who Does It or Supervise It?

- Medical physicist? (What if there are so many systems)
- Ultrasound service engineer (Conflict of interest?)
- No qualifications specified - anyone can do it ! ?
- Who has the records?



Other Thoughts

- Departments that want to be accredited by international or European organisations must have an ultrasound QA programme
- Accreditation of the departments will give a good push



Does It Worth It?

- Learning how to do it and doing it develops experience and expertise for the physicist
- Greater communication with technical staff in the Radiology department as well as other departments
- Not difficult nor expensive (relatively speaking) nor time consuming (3000-8000 euros on phantoms)



Thank you for your attention

- Questions?
- Questions?
- Questions?
- Questions?
- Questions?
- Questions?
- Questions?
- Questions?