

**Θέμα:** Συστηματική αξιολόγηση της ποιότητας της εικόνας των συστημάτων πυλαίας απεικόνισης (Portal Imaging)

### Systematic evaluation of image quality of portal imaging systems

Αρκετές έρευνες, παλαιές και πιο πρόσφατες, έχουν ασχοληθεί με την αξιολόγηση της ποιότητας της εικόνας των απεικονιστικών συστημάτων πυλαίας απεικόνισης (EPID). Επίσης, έχουν δημοσιευθεί αποτελέσματα ποιοτικών μετρήσεων όπως MTF, DQE, CNR και SNR. Ωστόσο, σε αυτές τις μελέτες η επίδραση των διαφόρων ενεργειών σε συνδυασμό με την κλιμακωτή μεταβολή της απόστασης κεφαλής-φάντομ, όπως επίσης και των πεδίων της κεφαλής, δεν αξιολογήθηκε συστηματικά [G.Jarry and F.Verhaegen, 2005]. Επιπλέον, ελάχιστες εργασίες έχουν χρησιμοποιήσει το ομοίωμα QC-3 για τις αντίστοιχες μελέτες ποιοτικής αξιολόγησης [Filipe Martins Garcia de Moura, 2008, Poonam Yadav et al, 2010]. Το προαναφερθέν ομοίωμα χρησιμοποιείται επί το πλείστον, κλινικά, για τον προσδιορισμό της θέσης του ασθενούς σε συνθήκες ακτινοθεραπείας [U. Ramm et al, 2013].

Η παρούσα Διδακτορική έρευνα, η οποία είναι η συνέχεια της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής εργασίας (“Πειραματική αξιολόγηση της ποιότητας εικόνας, των συστημάτων πυλαίας απεικόνισης (Portal Imaging)”), αφορά την πειραματική αξιολόγηση της ποιότητας της εικόνας των συστημάτων πυλαίας απεικόνισης (Electronic Portal Imaging Devices). Η αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση ποιοτικών δεικτών όπως είναι, η Συνάρτηση μεταφοράς διαμόρφωσης (MTF), το Φάσμα ισχύος θορύβου (NPS), το Κανονικοποιημένο φάσμα ισχύος του θορύβου (NNPS), η Σχετική Ανιχνευτική κβαντική αποδοτικότητα (R-DQE), ο Λόγος αντίθεσης προς θόρυβο (CNR), ο Λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR), ο Δείκτης Ποιότητας Εικόνας (FIQ). Το MTF θα υπολογιστεί με χρήση της Συνάρτησης τετραγωνικής απόκρισης (SWRF), το NPS θα υπολογιστεί μέσω του μετασχηματισμού Fourier στην περιοχή ενδιαφέροντος της ακτινοβολούμενης εικόνας, το R-DQE χρησιμοποιώντας το MTF και το κανονικοποιημένο NPS, το SNR από το κλάσμα, με αριθμητή τη τιμή του κάθε εικονοστοιχείου του σημείου ενδιαφέροντος της εικόνας και παρανομαστή την τυπική απόκλιση της αντίστοιχης περιοχής ενδιαφέροντος, το CNR από την διαίρεση της αντίθεσης της περιοχής ενδιαφέροντος με τον στατιστικό θόρυβο, το FIQ από το MTF της κάθε χωρικής συχνότητας διαιρούμενο με τον συντελεστή μεταβλητότητας (Coefficient of Variation (CV)). Οι προαναφερθέντες ποιοτικοί δείκτες θα υπολογιστούν με τη χρήση του λογισμικού MATLAB. Με το προαναφερθέν λογισμικό θα αντληθούν τα δείγματα των εικόνων, τα οποία θα τα επεξεργαστεί με τη βοήθεια των δεικτών. Τα δείγματα θα αντληθούν από ψηφιακές εικόνες DICOM χρησιμοποιώντας το εξειδικευμένο QC-3 test phantom. Θα πραγματοποιηθούν

48 απεικονίσεις, σε συνθήκες Ακτινοθεραπείας (για κάθε ένα από τα πεδία [ίσως  $5 \times 5 \text{cm}^2$ ],  $10 \times 10 \text{cm}^2$ ,  $15 \times 15 \text{cm}^2$ ,  $20 \times 20 \text{cm}^2$ ,  $30 \times 30 \text{cm}^2$ ,  $40 \times 40 \text{cm}^2$  σε συνδυασμό με τις αποστάσεις κεφαλής-φάντομ 25cm 50cm 75cm SSD=100cm, 125cm 150cm), του εν λόγω φάντομ για έναν αριθμό από Monitor Units (2MU, 4MU, 8MU, 15MU, 20MU, 25MU, 30MU, 100MU), για διάφορους Ρυθμούς δόσης (12DR, 25DR, 50DR, 100DR, 200DR, 400DR) και χρησιμοποιώντας 4 διαφορετικές ενέργειες(6MV, 10MV, 15MV, 18MV).

Η παρούσα Διατριβή θα συνεισφέρει στην κατανόηση της λειτουργίας και της αποδοτικότητας της πυλαίας απεικόνισης, σε όλα τα επίπεδα(ενέργειες, πεδία και απόσταση πηγής-ανιχνευτή), σε συνθήκες ακτινοθεραπείας. Επίσης, με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα, θα υπάρξει προοπτική για την βελτίωση της αποδοτικότητας των συστημάτων πυλαίας απεικόνισης, σε κατασκευαστικό επίπεδο. Υπάρχει, μεγάλη, πιθανότητα να βελτιωθεί και η ποιότητα της εικόνας σε συνάρτηση με την δόση που λαμβάνει ο ασθενής.

### Βιβλιογραφία

- Ervin B. Podgorsak , 2003 Review of Radiation Oncology Physics:A Handbook for Teachers and Students , study Physics, p.111-116, 118-119, 121-128.
- David I Thwaites and John B Tuohy , 2006 Back to the future: the history and development of the clinical linear accelerator Phys. Med. Biol. 51 (2006) R343–R362 , p.8-9, 13-14.
- Gray Cancer Institute , 1996 The Novice's Guide to Electron Linear Accelerators, p.4-5
- Michael G. Herman, 2001 Clinical Use of Electronic Portal Imaging : Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 58 (AAPM Annual Meeting), p.9-11
- Filipe Martins Garcia de Moura , 2008 Amorphous silicon detector panel damage: correlating physical parameters to clinical usability(PhD Thesis, Universidade de Lisboa), p.16-17.
- Boone, J.M., Yu, T., Seibert, J.A., 1996 "Sinusoidal modulation analysis for optical system MTF measurements", Med. Phys., 23(12):1955-1963.
- Coltman, J.W., 1954 "The specification of imaging properties by response to a sine wave input", J. Opt. Soc. Am., 44: 468-471.
- G Jarry and F Verhaegen, 2005 "Electron beam treatment verification using measured and Monte Carlo predicted portal images", Phys. Med. Biol. 50 (2005) 4977–4994
- Gopal, A., Samant, S.S., 2003 "Bar-Pattern Technique for Modulation Transfer Function Measurement in Portal Imaging", Proc. of SPIE, 5030, 433.
- Boreman, G. D., 2001 'Modulation Transfer Function in Optical and Electro-Optical Systems', SPIE.

Christos M. Michail, Nektarios E. Kalyvas, Ioannis G. Valais, Ioannis P. Fudos, George P. Fountos, Nikos Dimitropoulos, Grigorios Koulouras, Dionisis Kandris, Maria Samarakou, and Ioannis S. Kandarakis Figure of Image Quality and Information Capacity in Digital Mammography, Volume 2014 (2014), Article ID 634856, p.5-8.

U. Ramm, J. Köhn , R. Rodriguez Dominguez, J. Licher , N. Koch , E. Kara , C. Scherf , C. Rödel, C. Weiß ,2013 , "Feasibility study of patient positioning verification in electron beam radiotherapy with an electronic portal imaging device (EPID)", Phys Med. 2014 Mar;30(2):215-20. doi: 10.1016/j.ejmp.2013.06.001

Youssef El-Mohri, Larry E Antonuk, Richard B Choroszuca, Qihua Zhao, Hao Jiang and Langechuan Liu , 2013 , "Optimization of the performance of segmented scintillators for radiotherapy imaging through novel binning techniques", Phys. Med. Biol. 59 797 doi:10.1088/0031-9155/59/4/797.

Larry E Antonuk , 2002 , "Electronic portal imaging devices: a review and historical perspective of contemporary technologies and research" Department of Radiation Oncology, University of Michigan, UH-B2C432, 1500 East Medical Center Drive, Ann Arbor, MI 48109-0010, USA

Κανδαράκης Ι 2007 Ακτινοδιαγνωστική Πανεπιστημιακές εκδόσεις Αράκυνθος

Michail C 2010 "Investigation of optical and imaging characteristics of fluorescent screens for use in digital imaging detectors suitable for telemedicine", PhD Thesis, University of Patras.

Smith A P 2005 Fundamentals of Digital Mammography: Physics, Technology and Practical Considerations, PhD Thesis, Hologic, Inc. 35 Crosby Drive Bedford, MA 01730 U.S.A. T: 781.999.7300, p.6.

Poonam Yadav, Ranjini Tolakanahalli, Yi Rong, Bhudatt R Paliwal , 2010 "The effect and stability of MVCT images on adaptive TomoTherapy" , Journal of Applied Clinical Medical Physics , Vol. 11 , No. 4 , Fall 2010