



ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΙΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Σούλης Ι. Πέτρος

Επιβλέπων Καθηγητής : Περικλής Παπαβασιλείου

Αθήνα 2022

Τίτλος Διδακτορικής Διατριβής

«Ψηφιακή ακτινογραφία και δείκτης Έκθεσης: η ισορροπία μεταξύ ποιότητας εικόνας και απαιτούμενης δόσης ακτινοβολίας και η συμβολή του Τεχνολόγου Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας.»

Είδος Μελέτης

Ερευνητική Εργασία

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο δείκτης έκθεσης είναι σήμερα μια μέθοδος με την οποία οι κατασκευαστές συστημάτων ψηφιακής ακτινογραφίας παρέχουν ανατροφοδότηση στον Τεχνολόγο Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας, σχετικά με την εκτιμώμενη έκθεση στον ανιχνευτή, ως υποκατάστατο για την αναλογία σήματος προς θόρυβο εικόνας και μια έμμεση ένδειξη της ποιότητας της ψηφιακής εικόνας. Δυστυχώς, υπάρχουν πολλές τιμές και μέθοδοι του δείκτη έκθεσης σε ένα περιβάλλον με πολλούς προμηθευτές και δεδομένης της ανάγκης καταγραφής των δεδομένων στα νοσηλευτικά ιδρύματα, η κατάσταση είναι περίπλοκη. Ευτυχώς, έχει εφαρμοστεί για την πλειονότητα των κατασκευαστών ψηφιακών συστημάτων λήψης εικόνας ένας νέος δείκτης έκθεσης (E.I). Αναπτύχθηκε ταυτόχρονα από τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή και την Αμερικανική Ένωση Φυσικών Ιατρικής σε συνεργασία με κατασκευαστές συστημάτων ψηφιακής απεικόνισης και σήμερα εφαρμόζεται ως διεθνές πρότυπο. Όπως εξηγείται, ο δείκτης έκθεσης δεν υποδεικνύει τη δόση του ασθενούς αλλά μια αναλογική εκτίμηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στον ανιχνευτή. Ωστόσο, η χρήση του τυποποιημένου δείκτη έκθεσης και του σχετικού δείκτη έκθεσης στόχου και των τιμών δείκτη απόκλισης πιθανότατα θα οδηγήσει σε βελτιωμένη απόδοση των τεχνολόγων όσον αφορά την ομοιομορφία και τη χρήση βελτιστοποιημένων ακτινογραφικών τεχνικών, οδηγώντας σε ασφαλέστερη φροντίδα των ασθενών που χρειάζονται ακτινογραφικές εξετάσεις. Οι ακτινολόγοι θα επωφεληθούν από την τυποποιημένη ορολογία και τα ιδρύματα και οι κλινικές θα είναι σε θέση να συγκρίνουν τις τιμές του δείκτη έκθεσης με άλλους μέσω μιας εθνικής βάσης δεδομένων μητρώου ευρετηρίου δόσεων που βρίσκεται υπό ανάπτυξη. Επίσης οι

δείκτες έκθεσης θα συσχετιστούν με τα Εθνικά και τα Διεθνή ΔΕΑ για όλες τις ηλικιακές ομάδες.

Λέξεις κλειδιά: Τεχνολόγοι Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας, Δείκτης έκθεσης, ψηφιοποίηση, ακτινοπροστασία, δόση ακτινοβολίας, ποιότητα εικόνας

ABSTRACT

Exposure index (EI) is now a method by which digital X-ray system manufacturers provide feedback to the Radiation Therapist – radiographer on the estimated exposure to the detector as a substitute for the signal-to-noise ratio and an indirect image quality signal. Unfortunately, this perspective often causes us to become overwhelmed when it's time to start a project. Fortunately, a new exposure index (EI) has been implemented for most digital imaging manufacturers. It was developed simultaneously by the European Committee for Electrotechnical Standardization and the American Association of Medical Physicians in collaboration with manufacturers of digital imaging systems and is now applied as an international standard. As explained, the exposure index does not indicate the patient's dose but a proportional estimate of the incident radiation to the detector. However, the use of standard exposure index and related target exposure index and deviation index values is likely to lead to improved technologists performance in terms of uniformity and the use of optimized radiographic techniques, leading to safer care for patients in need of radiographic examination. Radiologists will benefit from standard terminology and institutions and clinics will be able to compare exposure index values with others through a nationally developed dose index registry database. Exposure indicators will also be correlated with National and International CMPs for all age groups.

Keywords: Radiotherapy Technologists, Exposure index, digitization, radiation protection, radiation dose, image quality

ΣΚΟΠΟΣ

Στόχος της διατριβής, μεταξύ άλλων, είναι η ανάδειξη και η σύγκριση των καταγεγραμμένων τιμών του δείκτη έκθεσης στα απεικονιστικά εργαστήρια με τις ενδεικτικές τιμές των κατασκευαστικών εταιριών. Στο πλαίσιο αυτό, θα μελετηθούν τα δημογραφικά στοιχεία (ηλικία, φύλο) των ασθενών, το επίπεδο εκπαίδευσης του Τεχνολόγου Ακτινολόγου ή Χειριστή Ιατρικών Συσκευών και απεικονίσεων. Επιπρόσθετα θα αναδειχτεί η σπουδαιότητα των ψηφιακών συστημάτων στον απεικονιστικό έλεγχο και η τεράστια συμβολή της Τεχνολογίας στη βελτίωση της Ποιότητας των Υπηρεσιών Υγείας.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Αρχικά θα διενεργηθεί μια περιεκτική βιβλιογραφική αναζήτηση, πάνω σε συγκεκριμένους όρους όπως μεταξύ άλλων:

Δείκτης Έκθεσης (Exposure Index), Δόση ακτινοβολίας (radiation dose), ποιότητα εικόνας (image quality), ακτινολογία (radiology), Ακτινοπροστασία.

Ο γλωσσικός περιορισμός τέθηκε στα Ελληνικά, στα Αγγλικά και στα Ισπανικά.

Ο πληθυσμός της μελέτης αποτελείται από χρήστες Υπηρεσιών Υγείας σε απεικονιστικά Εργαστήρια του Γενικού Νοσοκομείου Νίκαιας «Αγ. Παντελεήμων-Γενικό Νοσοκομείο Δυτικής Αττικής «Αγ. Βαρβάρα», ενώ οι εργαζόμενοι Τεχνολόγοι Ακτινολόγοι Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και Χειριστές Εμφανιστές Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θα πραγματοποιούν τις εξετάσεις με όλους του ενδεδειγμένους κανόνες ακτινοπροστασίας. Το κύριο εργαλείο της μελέτης θα είναι η παρακολούθηση του Δείκτη έκθεσης συγκεκριμένων απεικονιστικών εξετάσεων όπως η ακτινογραφία Θώρακος, ακτινογραφία πυέλου. Η εξέταση θα πραγματοποιηθεί για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα προκαθορισμένο, γνωστό στον υπό εξέταση επαγγελματικό πληθυσμό, κατόπιν υπογραφής του έντυπου συναίνεσης. Μετά το τέλος της μελέτης, τα αποτελέσματα θα είναι διαθέσιμα να τα λάβουν όλοι οι συμμετέχοντες.

Πιο συγκεκριμένα ο χρήστης υπηρεσιών υγείας που επισκέπτεται το απεικονιστικό εργαστήριο, αφού καταγραφεί ο αριθμός κοινωνικής ασφάλισης του, του παραδίδεται το έντυπο συναίνεσης της μελέτης καθώς και το έντυπο καταγγελιών. Στη συνέχεια προχωρώντας στην πραγματοποίηση της ζητούμενης από παραπεμπτικό ιατρού ακτινογραφίας (πχ Α/α Θώρακος), γίνεται η καταγραφή των προσωπικών στοιχείων

του στα συστήματα απεικόνισης (Όνοματεπώνυμο, ηλικία, εξέταση κτλ). Ο τεχνολόγος ακτινολόγος προσαρμόζει τους βέλτιστους, για το σωματότυπο του χρήστη υπηρεσιών υγείας, παράγοντες έκθεσης (KV, ma, sec, mAs) και διαμορφώνει όλους τις υπόλοιπες παραμέτρους για την ποιοτική απεικόνιση του θέματος (εστιακή απόσταση, σωστή τοποθέτηση κτλ). Όλα τα παραπάνω δεδομένα καταγράφονται στον Η/Υ του τμήματος και τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στην έρευνα. Σημειωτέον, ότι στη μελέτη θα καταγραφούν τα εξής δεδομένα:

1. το είδος ακτινολογικής προβολής (πχ α/α Θωρακος),
2. η διάσταση του πεδίου ακτινοβολήσης,
3. η εστιακή και η αντικειμενική απόσταση,
4. το πάχος του θέματος,
5. οι παράγοντες έκθεσης (kVp, mAs, sec),
6. ο Δείκτης έκθεσης που αντιστοιχεί στο σημείο εισόδου του ανιχνευτή και σχετίζεται με την ένταση και την κατανομή της δέσμης των ακτινών X εξόδου,
7. η μέτρηση DAP (Dose Area Product),
8. το φύλο,
9. η ηλικία,
10. το BMI (Body Mass Index),
11. το απεικονιστικό σύστημα και
12. το ανιχνευτικό σύστημα καταγραφής της δέσμης ακτινών X.

Πρόκειται για συλλογή δεδομένων από χρήστες υπηρεσιών υγείας που παραπέμπονται για απεικονιστικές εξετάσεις από την έναρξη της μελέτης.

Θα ακολουθήσει η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων με το ενδεδειγμένο στατιστικό εργαλείο (SPSS).

Όπως είναι κατανοητό το αναφερόμενο υπό μελέτη δείγμα δε θα αφορά τους εργαζόμενους Τεχνολόγους Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας (Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης) και τους Χειριστές Εμφανιστές (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης), παρά μόνο τους χρήστες υπηρεσιών υγείας.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

- Απεικονιστικά εργαστήρια που δεν περιλαμβάνουν συστήματα απεικόνισης CR ή DR θα αποκλειστούν λόγω της αδυναμίας καταγραφής του Δείκτη έκθεσης. Θα διερευνηθεί η δυνατότητα μετατροπής του δείκτη έκθεσης

παλαιότερων απεικονιστικών συστημάτων, κυρίως CR σε δείκτη έκθεσης (E.I).

- Στη δεδομένη μελέτη θα αποκλειστούν γενικότερες ακτινολογικές εξετάσεις λόγω του πλήθους και της διαφορετικότητας τους.

ANAMENOMENA ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Την απόκλιση ή μη των τιμών του δείκτη έκθεσης για τις μελετούμενες ακτινογραφίες σε σύγκριση με τιμές που συστήνουν οι κατασκευαστές. Επίσης τις καταγραφόμενες τιμές E.I σε σχέση με τα Εθνικά ισχύοντα ΔΕΑ.
- Την ανάδειξη της μεγάλης διαφοράς στην ποιότητα της εικόνας μεταξύ της ψηφιακής και της αναλογικής απεικόνισης
- Την εξέλιξη της ακτινοδιαγνωστικής απεικόνισης στην ποιότητα παροχής βέλτιστων υπηρεσιών Υγείας
- Την καταγραφή της σπουδαιότητας της διαλειτουργικότητας των συστημάτων ψηφιακής απεικόνισης στο ευρύτερο τεχνολογικό και πληροφοριακό περιβάλλον του Δημοσίου Νοσοκομείου.

ΗΘΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

Σημειώνεται ότι δε θα τεθούν ζητήματα αποκάλυψης και αναφοράς προσωπικών δεδομένων των χρηστών υπηρεσιών υγείας και προϋπόθεση αποτελεί η άδεια από τα επιστημονικά συμβούλια των υπό μελέτη Νοσοκομείων. Οι εικόνες και τα δεδομένα που θα παρθούν θα μεταφερθούν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή του κ. Σούλη Πέτρου, όπου θα πραγματοποιηθούν ειδικοί υπολογισμοί για τη στατιστική συσχέτιση. Θα γίνει χρήση ψευδωνυμοποίησης όλων των εικόνων/δεδομένων για την αποφυγή ταυτοποίησης των συμμετεχόντων στη μελέτη από τρίτους. Θα ανατεθεί ένας μοναδικός κωδικός αριθμός σε κάθε περιστατικό. Ο μοναδικός κωδικός θα χρησιμοποιείται σε όλα τα στάδια της διαδικασίας, ενώ το αρχείο που θα συνδέει τον κωδικό με το κάθε περιστατικό θα διατηρείται ασφαλές σε φυσικό και ηλεκτρονικό αρχείο αποκλειστικά στις εγκαταστάσεις του Νοσοκομείου, κλειδωμένο στο γραφείο του κου Σούλη Πέτρου (Προϊστάμενο Παραϊατρικών Επαγγελματιών) . Στο αρχείο αυτό θα έχει πρόσβαση μόνο ο συνεργαζόμενος τεχνολόγος-Προϊστάμενος

Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας Σούλης Πέτρος. Θα προστατευτούν με ειδικό κωδικό όλα τα αρχεία που θα εμπεριέχουν τις συνοδευτικές παρατηρήσεις/ερμηνείες του κ. Παπαβασιλείου (κατόπιν συναντήσεων και μελέτης των δεδομένων), ώστε η πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα να είναι αυστηρά ελεγχόμενη μόνο από τον κ. Σούλη και τον κ. Παπαβασιλείου.

Το μεταφερόμενο αρχείο με τα δεδομένα θα κλειδωμένο στο γραφείο του κου Σούλη Πέτρου (Προϊστάμενο Παραϊατρικών Επαγγελμάτων). Στο αρχείο αυτό θα έχει πρόσβαση μόνο ο συνεργαζόμενος τεχνολόγος-Προϊστάμενος Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας Σούλης Πέτρος και κατόπιν προωσπικών συναντήσεων ο Επιστημονικά υπεύθυνος κος Παπαβασιλείου Περικλής. Τα δεδομένα θα καταστραφούν αμέσως μετά την ολοκλήρωση και παρουσίαση της Διδακτορικής του Διατριβής του στο Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών του ΠΑΔΑ. Η ολοκλήρωση της ερευνητικής συνεργασίας αναμένεται εντός των επόμενων 3 ετών.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Alzyoud K, Hogg P, Snaith B, Flintham K, England A. “Impact of body part thickness on AP pelvis radiographic image quality and effective dose.” Radiography [Internet] 2019;25(1):e11e7. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2018.09.001>.

Butler ML, Rainford L, Last J, Brennan PC. “Optimization of exposure index values for the antero-posterior pelvis and antero-posterior knee examination.” Med Imaging 2009 Image Perception, Obs Performance. Technol Assess 2009;7263(September 2014):726302.

European Commission. Radiation protection N 180. 2014 [Internet] [cited 2019 Dec 27]; Available from: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/RP180.pdf>.

Lee, D., Kim, H., Choi, B., Kim, H.J., 2019. Development of a deep neural network for generating synthetic dual-energy chest x-ray images with single x-ray exposure. *Physics in Medicine & Biology* 64, 115017. doi:10.1088/1361-6560/ab1cee.

Luo, L., Yu, L., Chen, H., Liu, Q., Wang, X., Xu, J., Heng, P.A., 2020. Deep Mining External Imperfect Data for Chest X-Ray Disease Screening. *IEEE Transactions on Medical Imaging* 39, 3583–3594. doi:10.1109/TMI.2020.3000949

Ma WK, Hogg P, Tootell A, Manning D, Thomas N, Kane T, et al. “Anthropomorphic chest phantom imaging - the potential for dose creep in computed radiography.” *Radiography* 2013;19(3):207e11.

Mothiram U, Brennan PC, Lewis SJ, Moran B, Robinson J. “Digital radiography exposure indices: a review.” *J Med Radiat Sci* 2014;61(2):112e8.

National Health Service, “Adult overweight and obesity - NHS Digital” [Internet]. [cited 2019 Dec 27]. Available from: <https://digital.nhs.uk/data-and-information/publications/statistical/statistics-on-obesity-physical-activity-and-diet/statistics-on-obesity-physical-activity-and-diet-england-2019/part-3-adultobesity>.

Oh, D.Y., Kim, J., Lee, K.J., 2019. Longitudinal Change Detection on Chest Xrays Using Geometric Correlation Maps, in: *Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention – MICCAI 2019*. Springer. volume 11769, pp. 748–756. doi:10.1007/978-3-030-32226-7_83.

Public Health England, “National Diagnostic Reference Levels (NDRLs) from 19 August 2019” - [Internet]. [cited 2019 Dec 27]. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnosticreference-levels-ndrls/ndrl>.

Radiography C. “Exposure index and entrance surface dose of ANSI chest phantom with international journal of allied medical sciences and clinical research (IJAMSCR) exposure index and entrance surface dose of ANSI chest phantom with.” 2018. p. 2e9.

Seibert JA, Morin RL. “The standardized exposure index for digital radiography: an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population.” *Pediatr Radiol* 2011;41(5):573e81.

Takaki, T., Murakami, S., Watanabe, R., Aoki, T., Fujibuchi, T., 2020. Calculating the target exposure index using a deep convolutional neural network and a rule base. *Physica Medica* 71, 108–114. doi:10.1016/j.ejmp.2020. 02.012.