

## **Μελέτη δοσιμετρικών δεδομένων σε νέες διαγνωστικές εξετάσεις (PET/CT)**

### **Σκοπός**

Ο κύριος στόχος αυτής της μελέτης είναι να αξιολογηθεί ο αντίκτυπος της μείωσης της δόσης σε σχέση με την ποιότητα εικόνας για εξετάσεις ολόκληρου σώματος (whole body) στην απεικόνιση όγκων ενήλικων ασθενών με FDG,  $F^{18}$ -PSMA,  $F^{18}$ -CHOLINE και  $Ga^{68}$ -DOTATOC στο PET/CT διατηρώντας παράλληλα τα πρωτόκολλα στο πλαίσιο των διεθνών συστάσεων. Να γίνει δοσιμετρική σύγκριση ανάμεσα σε διαφορετικά ραδιοφάρμακα που χρησιμοποιούνται για το ίδιο είδος εξετάσεων και να αξιολογηθεί η σκοπιμότητα της χρήσης τους.

### **Εισαγωγή**

Η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (Positron Emission Tomography, PET) έχει γίνει μια βασική απεικονιστική εξέταση για ένα ευρύ φάσμα ασθενειών στην ογκολογία, την καρδιολογία και νευρολογία. Η τεχνολογική ανάπτυξη των υβριδικών τομογραφιών που συνδυάζουν ένα PET σύστημα και ένα υπολογιστικό τομογράφο ακτίνων Χ (Computed Tomography, CT), έχει ως αποτέλεσμα την ραγδαία αύξηση παγκοσμίως της χρήσης των συστημάτων PET/CT.

Ωστόσο, η έκθεση στην ακτινοβολία μπορεί να είναι ανησυχητική λόγω της ιοντίζουσας ακτινοβολίας τόσο από την τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) τόσο και από την υπολογιστική τομογραφία (Computed Tomography). Αρκετές στρατηγικές χρησιμοποιούνται για την ελαχιστοποίηση της δόσης ακτινοβολίας σε ασθενείς που υποβάλλονται σε εξετάσεις PET / CT.

Για την τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (Positron Emission Tomography, PET) το ποσό της ενεργότητας του ραδιοφαρμάκου μπορεί να μειωθεί ενώ για τον υπολογιστικό τομογράφο (Computed Tomography, CT), μπορούν να τροποποιηθούν πολλές παράμετροι απόκτησης όπως π.χ. η μείωση τάσης, η μείωση έντασης του ρεύματος, η ταχύτητα περιστροφής του αξονικού τομογράφου, η αύξηση του ελικοειδούς βήματος κτλ.

Μία σωστή εξεταστική διαδικασία για PET / CT θα πρέπει να επιτυγχάνει τον κλινικό σκοπό ενώ διατηρώντας τη δόση ακτινοβολίας τόσο χαμηλή όσο είναι λογικά εφικτή (ALARA).

### **Μέθοδος**

- Οι απεικονίσεις θα πραγματοποιηθούν στο Νοσοκομείο Ευαγγελισμός με την χρήση του GE Discovery PET/CT (GE Medical Systems, LLC) το οποίο περιλαμβάνει Υπολογιστικό Τομογράφο 4 τομών σπειροειδούς σάρωσης και BGO PET τεσσάρων δακτυλίων.
- Για κάθε ασθενή, θα συγκεντρωθούν δημογραφικά στοιχεία όπως φύλο, ηλικία, βάρος, ύψος και δείκτης μάζας σώματος BMI, παράμετροι από το CT όπως τα kV, τα effective-mAs, το CTDIvol, και το DLP. Επίσης θα καταγράφεται η δόση χορήγησης σε MBq για κάθε μία από τις εξετάσεις (FDG,  $F^{18}$ -PSMA,  $F^{18}$ -CHOLINE και  $Ga^{68}$ -DOTATOC).
- Οι εικόνες θα διαγνωστούν και θα αξιολογηθούν από έναν έμπειρο ιατρό Πυρηνικής Ιατρικής. Η ποιότητα εικόνας (Image Quality, IQ) των PET και CT

ξεχωριστά θα κατηγοριοποιηθεί σε 4 κλίμακες: 1 εξαιρετική, 2 καλή, 3 φτωχή αλλά ερμηνεύσιμη, 4 κακή μη ερμηνεύσιμη.

- Ένας σφαιρικός όγκος θα καθοριστεί σε ομοιόμορφη περιοχή του ήπατος του ασθενούς (Region of Interest, ROI) με διαστάσεις περίπου  $100 \text{ cm}^3$  και θα υπολογιστούν η μέση τιμή (Mean Value) και η τυπική απόκλιση (standard deviation, SD) της τυπικής τιμής πρόσληψης (standard uptake value, SUV) καθώς και τα Hounsfield Units (HU). Ο ποσοστιαίος συντελεστής μεταβλητότητας (COV) θα υπολογιστεί ως το πηλίκο της τυπικής απόκλισης (standard deviation, SD) διαιρούμενο με την μέση τιμή (Mean Value) κανονικοποιημένο στα 100. Οι αναλύσεις θα γίνουν με το αντίστοιχο πρόγραμμα της GE που υπάρχει στο τμήμα PET/CT του νοσοκομείου.

- Με βάση τα πρωτόκολλα του PET θα έχουμε 3 κατηγορίες ανάλογα με τα MBq/kg χορήγησης και τα mAs από το CT.

- Επόμενη κατηγοριοποίηση είναι με τα δεδομένα και τις παραμέτρους του CT όπου θα έχουμε 3 κατηγορίες ανάλογα με τα mAs όπου θα συγκρίνονται τα effective mAs, το  $\text{CTDI}_{vol}$  (mGy), το DLP (mGy·cm), το IQ Score της εικόνας, το COV HU Liver (%) και τέλος τη ισοδύναμη δόση (mSv) ανά mAs.

- Μία τελευταία κατηγοριοποίηση είναι με τα δεδομένα και τις παραμέτρους του PET όπου θα έχουμε 3 κατηγορίες ανάλογα με τα MBq/kg χορήγησης και την ενεργότητα (MBq) όπου θα συγκρίνονται το IQ Score της εικόνας, το COV HU Liver (%) και τέλος η ισοδύναμη δόση (mSv).

- Οι στατιστικές αναλύσεις θα πραγματοποιηθούν με αντίστοιχο στατιστικό πρόγραμμα.

- Θα χρησιμοποιηθεί πρόγραμμα υπολογισμού εσωτερικής δοσιμετρίας για επιπλέον υπολογισμό δοσιμετρικών παραμέτρων.

## **Βιβλιογραφία**

1. Elena Prieto, Maria José García-Velloso, Macarena Rodríguez-Frailea, Verónica Morán, Berta García-García, Fernando Guillén, María Isabel Morales, Lidia Sancho, Iván Peñuelas, José Ángel Richter, Josep Maria Martí-Climent. Significant dose reduction is feasible in FDG PET/CT protocols without compromising diagnostic quality. *Physica Medica* 46 (2018) 134–139.
2. Townsend DW, Beyer T, Blodgett TM. PET/CT scanners: a hardware approach to image fusion. *Semin Nucl Med* 2003;33:193–204.
3. Devine CE, Mawlawi O. Radiation safety with positron emission tomography and computed tomography. *Semin Ultrasound, CT MRI* 2010;31:39–45
4. Delbeke D, Coleman RE, Guiberteau MJ, Brown ML, Royal HD, Siegel BA, et al. Procedure guideline for tumor imaging with  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 1.0. *J Nucl Med* 2006;47:885–95.
5. Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJG, Giammarile F, Tatsch K, Eschner W, et al. FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2015;42:328–54.
6. Del Sole A, Lecchi M, Lucignani G. Variability of  $^{18}\text{F}$ FDG administered activities among patients undergoing PET examinations: an international multicenter survey. *Radiat Prot Dosim* 2015;168:1–6.
7. Stauss J, Franzius C, Pfluger T, Juergens KU, Biassoni L, Begent J, et al. Guidelines for  $^{18}\text{F}$ -FDG PET and PET-CT imaging in paediatric oncology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008;35:1581–8.
8. Alessio AM, Kinahan PE, Manchanda V, Ghioni V, Aldape L, Parisi MT. Weight based, low-dose pediatric whole-body PET/CT protocols. *J Nucl Med* 2009;50:1570–8.

9. Kumar S, Pandey AK, Sharma P, Malhotra A, Kumar R. Optimization of the CT acquisition protocol to reduce patient dose without compromising the diagnostic quality for PET-CT: a phantom study. *Nucl Med Commun* 2012;33:164–70.
10. Wu T-H, Chu T-C, Huang Y-H, Chen L-K, Mok S-P, Lee J-K, et al. A positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) acquisition protocol for CT radiation dose optimization. *Nucl Med Commun* 2005;26:323–30.
11. Tonkopi E, Ross AA, MacDonald A. CT dose optimization for whole-body PET/CT examinations. *Am J Roentgenol* 2013;201:257–63.
12. Murray I, Kalemis A, Glennon J, Hasan S, Quraishi S, Beyer T, et al. Time-of-flight PET/CT using low-activity protocols: potential implications for cancer therapy monitoring. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37:1643–53.
13. Martí-Climent JM, Prieto E, Domínguez-Prado I, García-Velloso MJ, Rodríguez-Fraile M, Arbizu J, et al. Contribution of time of flight and point spread function modeling to the performance characteristics of the PET/CT Biograph mCT scanner. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol* 2013;32:13–21.
14. Prieto E, Domínguez-Prado I, García-Velloso MJ, Peñuelas I, Richter JA, Martí-Climent JM. Impact of time-of-flight and point-spread-function in SUV quantification for oncological PET. *Clin Nucl Med* 2013;38:103–9.
15. Martí-Climent JM, Prieto E, Morán V, Sancho L, Rodríguez-Fraile M, Arbizu J, et al. Effective dose estimation for oncological and neurological PET/CT procedures. *Eur J Nucl Med Mol Imaging Res* 2017;7:37.
16. Huda W, Magill D, He W. CT effective dose per dose length product using ICRP 103 weighting factors. *Med Phys* 2011;38:1261–5.