

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ORIGINAL PAPER

# Χρήση των διαγνωστικών επιπέδων αναφοράς ως εργαλείο διασφάλισης ποιότητας σε τμήματα αξονικών τομογράφων ελληνικών νοσοκομείων

**ΣΚΟΠΟΣ** Η εκτίμηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας των τμημάτων αξονικής τομογραφίας (computed tomography, CT) σε νοσοκομεία της Αττικής, με βάση τα διαγνωστικά επίπεδα αναφοράς (ΔΕΑ), για τις τρεις πιο συχνές εξετάσεις ρουτίνας. **ΥΛΙΚΟ-ΜΕΘΟΔΟΣ** Εξετάστηκαν 7 συμμετέχοντα δημόσια νοσοκομεία (4 γενικά νοσοκομεία, 2 ογκολογικά και ένα πανεπιστημιακό), τα οποία αριθμούσαν 3.855 κλίνες και είχαν πολυτομικούς αξονικούς τομογράφους που κυμαίνονταν από 2–128 τομές. Για κάθε τύπο εξέτασης αξονικού τομογράφου εγκεφάλου, θώρακα και άνω και κάτω κοιλίας εξετάστηκαν δεδομένα των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP από 20 τυπικούς ασθενείς. Η μελέτη διεξήχθη σε επτά διαφορετικά τμήματα CT και συνολικά συλλέχθηκαν δεδομένα από 420 ασθενείς. **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ** Η εξέταση της άνω και κάτω κοιλίας είχε τη μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης μέσης δόσης, 312% στον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> και 296% στον δείκτη DLP. Η εξέταση στον θώρακα καταγράφηκε με διαφορά 163% για τον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> και 166% για τον δείκτη DLP, ενώ η εξέταση κεφαλής ήταν τελευταία, με διαφορά 127% για τον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> και 157% για τον δείκτη DLP. Ο υπολογισμός του 75ου εκατοστημορίου δείχνει ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις εξετάσεις CT ήταν εντός των τιμών ΔΕΑ. Ωστόσο, υπήρχαν μεγάλες αποκλίσεις ακόμη και στον ίδιο τύπο αξονικού τομογράφου (128 τομών), ειδικά στις εξετάσεις άνω και κάτω κοιλίας και εγκεφάλου. **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ** Με βάση αυτά τα ΔΕΑ για τις τρεις συνηθέστερες εξετάσεις CT, οι μεταβολές δόσης μεταξύ διαφορετικών τμημάτων υποδηλώνουν μεγάλες δυνατότητες βελτιστοποίησης.

Η αξονική τομογραφία (computed tomography, CT) είναι ένα ισχυρό κλινικό εργαλείο για τη διάγνωση και τη διαχείριση των ασθενών. Η ικανότητά της να παρέχει υψηλής ποιότητας τρισδιάστατες εικόνες έχει προσδώσει σημαντικά οφέλη στην Ιατρική, επιτρέποντας τον έγκαιρο και ακριβή προσδιορισμό των προβλημάτων υγείας των ασθενών, με συνέπεια την ταχύτερη παρέμβαση και την επιλογή του σωστού θεραπευτικού σχήματος. Ωστόσο, η CT συνδέεται με σχετικά υψηλές δόσεις ακτινοβολίας, γεγονός που οδηγεί σε αντίστοιχη αύξηση του κινδύνου καρκινογένεσης.<sup>1,2</sup>

Η CT αντιπροσωπεύει περίπου το 7% όλων των ακτινολογικών διαδικασιών σε όλον τον κόσμο, αλλά αντιστοιχεί στο 40% της συλλογικής ενεργού δόσης του πληθυσμού.<sup>2</sup>

Πρόσφατες αναθεωρήσεις δηλώνουν ότι το 20–50% των εκθέσεων σε ακτινοβολία για ιατρικούς λόγους μπορεί να μην είναι απαραίτητες. Το επίπεδο εκπαίδευσης των παραπομπών διαδραματίζει ρόλο στην υπερβολική χρήση.<sup>3</sup>

Σε μια μελέτη εκτιμήθηκαν 75 εκατομμύρια εξετάσεις CT που διενεργήθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ) το 2009. Οι εκτιμήσεις έδειξαν ότι ποσοστό 5–30% αυτών των εξετάσεων, οι οποίες κοστίζουν εκατοντάδες χιλιάδες δολάρια, μπορεί να είναι ιατρικά περιττές.<sup>4,5</sup> Ανάλογη αύξηση παρουσιάζει η χρήση της CT και στα παιδιά. Στις ΗΠΑ, τουλάχιστον 600.000 εξετάσεις CT εγκεφάλου και κοιλίας εκτελούνται ανά έτος σε παιδιά ηλικίας <15 ετών και σε μια αδρή εκτίμηση υπολογίστηκε ότι περίπου 500 άτομα θα πεθάνουν τελικά από καρκίνο που μπορεί να αποδοθεί στην ακτινοβολία της CT.<sup>6</sup>

ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2019, 36(5):623–634  
ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2019, 36(5):623–634

Μ. Δούση,<sup>1,2</sup>  
Α. Βαρακλιώτη,<sup>2,3</sup>  
Μ. Μαλλιαρού,<sup>2,4</sup>  
Π. Σαράφης<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>Τμήμα Αξονικής Τομογραφίας, Γενικό Νοσοκομείο «Ελπίς», Αθήνα

<sup>2</sup>Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα

<sup>3</sup>Κέντρο Αιμοδοσίας, Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Λαϊκό», Αθήνα

<sup>4</sup>Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας, Λάρισα, Ελλάδα

<sup>5</sup>Σχολή Επιστημών Υγείας, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός, Κύπρος

The use of diagnostic reference levels as a quality assurance tool in departments of computed tomography in Greek hospitals

Abstract at the end of the article

### Λέξεις ευρετηρίου

Ακτινοβολία  
Βελτιστοποίηση  
Διαγνωστικά επίπεδα αναφοράς  
Διασφάλιση ποιότητας

Υποβλήθηκε 2.6.2018

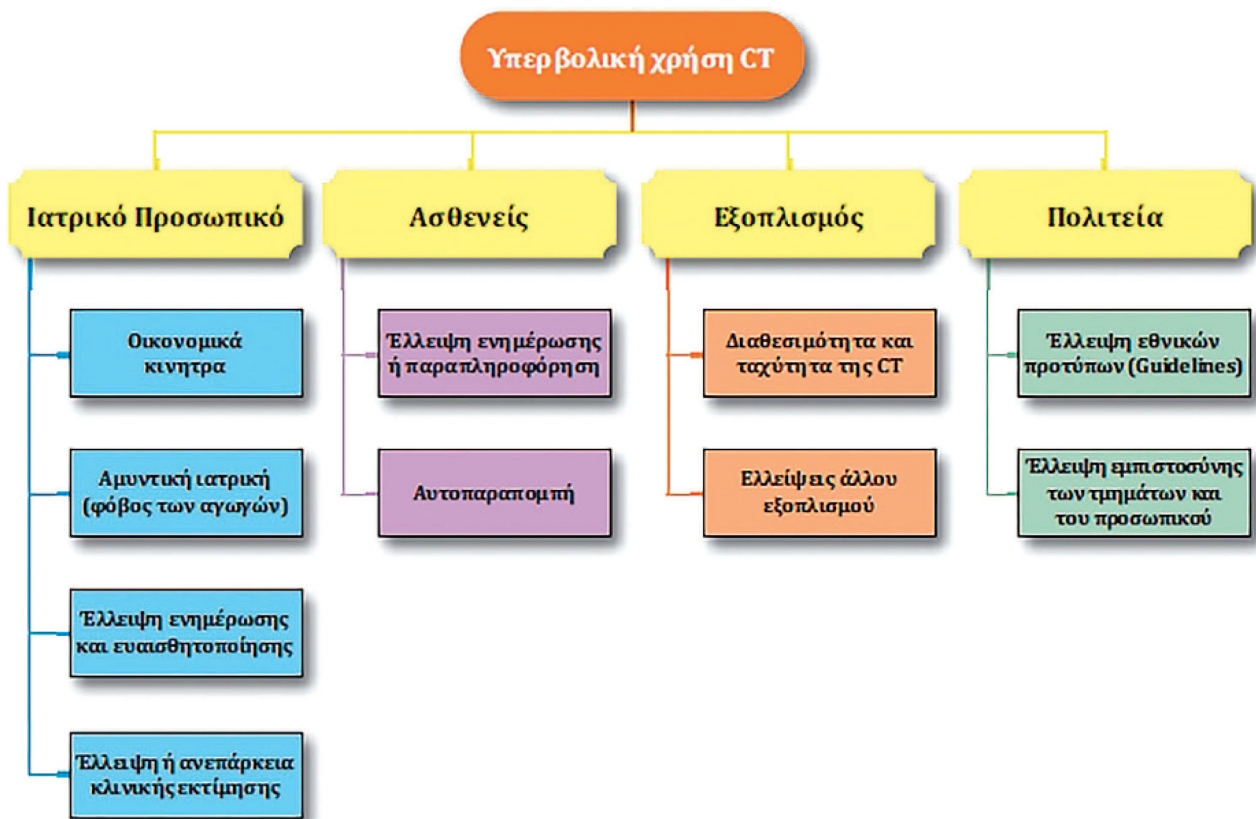
Εγκρίθηκε 2.8.2018

Υπάρχει πλήθος αιτιών για την υπερβολική χρήση της υπολογιστικής τομογραφίας, όπως τα οικονομικά κίνητρα (ιατροί που πληρώνονται κατ' όγκο και έχουν επενδύσει σε ακτινολογικό εξοπλισμό παραγγέλνουν περισσότερες εξετάσεις CT), ο φόβος των αγωγών (σχεδόν το 35% των εξετάσεων απεικόνισης διατάσσεται όχι λόγω αληθινών ιατρικών αναγκών, αλλά κυρίως ως υπεράσπιση κατά των αγωγών), η έλλειψη ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των ιατρών (δεν έχουν επίγνωση των οδηγιών παραπομπής για πολλές κοινές εξετάσεις και επίσης λίγοι γνωρίζουν τις δόσεις και τους κινδύνους που συνεπάγεται η έκθεση στην ακτινοβολία από ιατρικές πηγές), η έλλειψη ενημέρωσης και η παραπληροφόρηση των ασθενών (δεν ενημερώνονται από τους ιατρούς τους για τους κινδύνους της ακτινοβολίας), η διαθεσιμότητα και η ταχύτητα της μεθόδου (εξαιρετικά «φιλική για χρήση» και ευρέως διαθέσιμη), οι ελλείψεις άλλου εξοπλισμού (οι ιατροί παραπέμπουν σε όποιο μέσο απεικόνισης υπάρχει διαθέσιμο, προκειμένου να θέσουν διάγνωση), η αυτοπαραπομπή των ασθενών (οι ασθενείς αιτούνται στον ιατρό να τους γράψει συνταγή για απεικονιστική εξέταση), η έλλειψη εθνικών προτύπων εκπαίδευσης και πιστοποίησης των τεχνολόγων οι οποίοι χειρίζονται τον εξοπλισμό, η έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ

των κλινικών και των ακτινολόγων ιατρών, με συνέπεια ο ασθενής να οδηγείται σε περιττές εξετάσεις (εικ. 1).<sup>7-16</sup>

Οι κίνδυνοι από την ακτινοβολία εγείρουν ανησυχίες για την υγεία, οι οποίες σήμερα οδηγούν σε προσπάθειες περιορισμού των περιττών εξετάσεων υπό CT και μείωση της ακτινοβολίας, όπου αυτό είναι εφικτό. Η τυπική δόση ακτινοβολίας σε μια CT συνδέεται με κίνδυνο ανάπτυξης θανατηφόρου καρκίνου περίπου 1/2.000 CT σαρώσεις. Η έκθεση σε ακτινοβολία από τρεις ή τέσσερις σαρώσεις CT είναι κατά προσέγγιση ισοδύναμη με εκείνη που βίωσαν οι επιζώντες της ατομικής βόμβας στην Ιαπωνία, οι οποίοι βρίσκονταν σε απόσταση 1–2 μιλίων από το «σημείο μηδέν».<sup>15</sup>

Η Διεθνής Επιτροπή Ακτινοπροστασίας (ICRP), μέσα από συνεχείς αναθεωρήσεις των συστάσεών της, παρέχει καθοδήγηση για κατάλληλη προστασία από την ακτινοβολία, προτείνοντας ένα σύστημα τριών θεμελιωδών αρχών ακτινοπροστασίας: αρχή της αιτιολόγησης, αρχή της βελτιστοποίησης και αρχή της εφαρμογής των ορίων δόσης.<sup>17-20</sup> Η τελευταία αρχή βρίσκει εφαρμογή με τη βοήθεια των διαγνωστικών επιπέδων αναφοράς (diagnostic reference levels, ΔΕΑ). Τα ΔΕΑ αφορούν σε τιμές δόσης οι οποίες συστήνονται ως οι ανώτερες δυνατές, εντός των



Εικόνα 1. Λόγοι υπερβολικής χρήσης αξονικής τομογραφίας (computed tomography, CT) (ιδία προσαρμογή).

οποίων μπορεί να επιτευχθεί η αρχή της βελτιστοποίησης και υπολογίζονται με τη συμβολή δύο δοσομετρικών μεγεθών (CTDI<sub>vol</sub> και DLP).<sup>27</sup> Η έννοια λοιπόν της ποιότητας για τα τμήματα CT είναι συνυφασμένη με τα ΔΕΑ, τα οποία επιτρέπουν τον προσδιορισμό των ανώμαλων επιπέδων δόσεων, με ρύθμιση ενός ανώτατου ορίου, προκειμένου οι δόσεις ακτινοβολίας να μην υπερβαίνουν την εφαρμογή ορθών και ποιοτικών πρακτικών.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η καταγραφή των ΔΕΑ, μέσω της χρήσης των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP, οι οποίοι αναγράφονται στις κονσόλες των μηχανημάτων, σε ασθενείς που υποβάλλονται στις τρεις πιο συχνές εξετάσεις CT ρουτίνας (εγκεφάλου, θώρακα και άνω και κάτω κοιλίας), και ως εκ τούτου η εκτίμηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας στα τμήματα υπολογιστικής τομογραφίας νοσοκομείων της Αττικής.

## ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Ερευνήθηκαν 7 δημόσια νοσοκομεία της Αττικής (4 γενικά, 2 αντικαρκινικά, 1 πανεπιστημιακό), τα οποία διέθεταν πολυτομικούς αξονικούς τομογράφους από 2–128 τομές και αριθμούσαν 3.855 κλίνες (πίν. 1). Τα επί μέρους νοσοκομεία υποδηλώνονται με τα γράμματα Α, Β, C, D, E, F, G, προκειμένου να αποφευχθεί η αναφορά των ονομάτων τους για λόγους εμπιστευτικότητας.

Τα εν λόγω νοσοκομεία διέθεταν υπολογιστικούς τομογράφους πολλαπλών τομών, τα οποία ενσωματώνουν σύγχρονες τεχνολογίες μείωσης της δόσης και παρέχουν πληροφορίες για την έκθεση στους ασθενείς. Επιλέχθηκε η Αθήνα, επειδή είναι η πρωτεύουσα της Ελλάδας και το μεγαλύτερο αστικό κέντρο της χώρας, στο οποίο διαμένει ο μισός και πλέον πληθυσμός της.

Η μελέτη διεξήχθη σε χρονικό διάστημα 6 μηνών, από τον Ιούνιο έως τον Δεκέμβριο του 2017. Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν ενήλικες ασθενείς, σωματικού βάρους 70 kg ( $\pm 10$  kg), οι οποίοι υποβλήθηκαν στις πιο συχνές εξετάσεις ρουτίνας CT (εγκεφάλου, θώρακα, και άνω και κάτω κοιλίας).

Εφαρμόστηκε η μέθοδος δειγματοληψίας, όπως προσδιορίζεται από την ICRP (1999), η οποία συνιστά ότι ο προσδιορισμός των ΔΕΑ θα πρέπει να γίνεται χρησιμοποιώντας ένα ελάχιστο δείγμα 10 τυπικών ασθενών (60–80 kg για ενήλικες ασθενείς) για κάθε τύπο εξέτασης. Ο υπολογισμός των ΔΕΑ βασίστηκε στη μέθοδο καταγραφής των τιμών των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP, τουλάχιστον για 20 ασθενείς σε κάθε τύπο εξέτασης, ενώ τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούσαν συνολικά σε 420 ασθενείς.

Δεν υπήρξε προσαρμογή στα πρωτόκολλα σάρωσης που υιοθετήθηκαν από όλα τα κέντρα πριν από την εν λόγω μελέτη. Αυτό είχε ως στόχο να διασφαλιστεί ότι η μελέτη αντανακλούσε την καθημερινή πρακτική σε όλα τα κέντρα. Οι πολυφασικές μελέτες με ή χωρίς χρήση σκιαγραφικών μέσων εξαιρέθηκαν από τη μελέτη.

## Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση διενεργήθηκε με το λογισμικό πρόγραμμα Statistical Package for Social Sciences (IBM SPSS), έκδοση 23.0. Μελετήθηκε αν οι παράγοντες του φύλου, του σωματικού βάρους και του είδους του αξονικού τομογράφου συνέβαλαν στην αύξηση της δόσης. Για τον προσδιορισμό της επίδρασης του φύλου θεωρήθηκαν εξαρτημένες μεταβλητές οι δείκτες CTDI<sub>vol</sub> και DLP και ως ανεξάρτητη το φύλο των ασθενών, η κατανομή των μεταβλητών δεν ήταν κανονική για επίπεδο σημαντικότητας 5% και εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney. Για τον προσδιορισμό της επίδρασης του σωματικού βάρους, θεωρήθηκε εξαρτημένη μεταβλητή ο δείκτης DLP και ανεξάρτητη μεταβλητή το σωματικό βάρος των ασθενών, η κατανομή των

**Πίνακας 1.** Τα δημόσια νοσοκομεία που συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη και το είδος των υπολογιστικών τομογράφων που διαθέτουν.

Νοσοκομείο	Είδος νοσοκομείου	Αριθμός κλινών	Αριθμός αξονικών τομογράφων που διαθέτει/αριθμός αξονικών που μελετήθηκαν	Είδος αξονικού τομογράφου	Προδιαγραφές
A	Δημόσιο Γενικό	260	1/1	Siemens Somatom Emotion Duo 2 τομών	Collimation (2×1 mm)
B	Δημόσιο Γενικό	760	1/1	Philips Brilliance 16 τομών	Collimation (16×0,75)
C	Δημόσιο Γενικό	600	1/1	Siemens Definition AS Plus 128 τομών	Collimation (128×0,6)
D	Δημόσιο Γενικό	550	1/1	Toshiba Aquilion Prime 128 τομών	Collimation (128×0,5)
E	Δημόσιο Αντικαρκινικό	450	2/1	Toshiba Aquilion 64 τομών	Collimation (64×0,5)
F	Δημόσιο Αντικαρκινικό	500	1/1	Siemens Definition AS Plus 128 τομών	Collimation (128×0,6)
G	Δημόσιο Πανεπιστημιακό	735	2/1	Philips Brilliance 16 τομών	Collimation (16×0,75)

μεταβλητών δεν ήταν κανονική για επίπεδο σημαντικότητας 5% και χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis. Για να συγκριθούν τα νοσοκομεία με τους ισοδύναμους αξονικούς τομογράφους 128 τομών θεωρήθηκαν ως εξαρτημένες μεταβλητές οι δείκτες CTDI<sub>vol</sub> και DLP και ως ανεξάρτητη μεταβλητή οι αξονικοί τομογράφοι, για την εξέταση εγκεφάλου και θώρακα η κατανομή των μεταβλητών δεν ήταν κανονική για επίπεδο σημαντικότητας 5% και χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis, ενώ για την εξέταση κοιλίας η κατανομή των μεταβλητών ήταν κανονική για επίπεδο σημαντικότητας 5% και χρησιμοποιήθηκε F-test ANOVA. Για τη σύγκριση των νοσοκομείων με ισοδύναμους αξονικούς τομογράφους 16 τομών θεωρήθηκαν ως εξαρτημένες μεταβλητές οι δείκτες CTDI<sub>vol</sub> και DLP και ως ανεξάρτητη μεταβλητή οι αξονικοί τομογράφοι, για την εξέταση εγκεφάλου η κατανομή των μεταβλητών δεν ήταν κανονική για επίπεδο σημαντικότητας 5% και εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney, για την εξέταση του θώρακα η κατανομή του δείκτη CTDI<sub>vol</sub> δεν ήταν κανονική για επίπεδο σημαντικότητας 1% και χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney, ενώ για τον δείκτη DLP η κατανομή ήταν κανονική για επίπεδο σημαντικότητας 1% και εφαρμόστηκε ο παραμετρικός έλεγχος t-test και για την εξέταση της κοιλίας η κατανομή των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP δεν ήταν κανονική και χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Συλλέχθηκαν συνολικά 420 δεδομένα ασθενών. Το 47,1% των ασθενών ήταν γυναίκες και το 52,9% ήταν άνδρες. Το σωματικό βάρος των συμμετεχόντων κυμαινόταν από 60–80 kg και ο μέσος όρος βάρους ήταν τα 72,59 kg. Το σωματικό βάρος κατηγοριοποιήθηκε σε κλίμακες ανά 3 kg και υπολογίστηκαν τα ποσοστά. Από τα 420 δεδομένα ασθενών που συλλέχθηκαν, τα 140 ανήκαν σε εξετάσεις εγκεφάλου (33,3% των δεδομένων), τα 140 σε εξετάσεις θώρακα (33,3% των δεδομένων) και τα 140 σε εξετάσεις κοιλίας (33,3% των δεδομένων). Όλα τα κέντρα ήταν σε

θέση να εξετάσουν τον ελάχιστο συνιστώμενο αριθμό (τουλάχιστον 10) των ασθενών που δεικνύονταν για κάθε εξέταση, εντός μιας περιόδου συλλογής δεδομένων 6 μηνών και για μεγαλύτερη ακρίβεια των μετρήσεων συλλέχθηκαν 20 έντυπα ασθενών σε κάθε κατηγορία εξέτασης. Η ηλικία των ασθενών που συμμετείχαν στη μελέτη κυμαινόταν από 18–103 έτη, με μέσο όρο τα 64,60 έτη. Οι ηλικίες κατηγοριοποιήθηκαν σε κλίμακες ανά 10 έτη για κάθε εξέταση και υπολογίστηκαν τα ποσοστά επί του συνόλου. Όλα τα νοσοκομεία εκτελούσαν ελικοειδή τεχνική για την εξέταση εγκεφάλου, εκτός από το νοσοκομείο με τον διτομικό αξονικό, στο οποίο εκτελούνταν και οι δύο τεχνικές (Axial και ελικοειδούς σάρωσης). Για λόγους ομοιομορφίας συγκρίσεων και ακρίβειας των δεδομένων, οι περιπτώσεις εξετάσεων εγκεφάλου Axial τεχνικής εξαιρέθηκαν από το νοσοκομείο αυτό και συμπεριλήφθηκαν 20 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε εξέταση εγκεφάλου με ελικοειδή σάρωση. Επομένως, αυτή η μελέτη διερεύνησε τη λειτουργία ελικοειδούς σάρωσης για την εξέταση της αξονικής εγκεφάλου. Ακολούθησε η εξέταση της κοιλίας, η οποία κατέγραψε δόσεις χαμηλότερες από την κεφαλή, γιατί πρόκειται για ανατομική περιοχή η οποία δεν διαθέτει τόσο πυκνά οστά. Τέλος, η εξέταση της ανατομικής περιοχής του θώρακα κατέγραψε τις χαμηλότερες δόσεις και από τις τρεις εξετάσεις.

Στον πίνακα 2 αποτυπώνονται η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP, καθώς και οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές και για τις τρεις εξετάσεις. Τα ΔΕΑ της παρούσας μελέτης, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 2, υπολογίστηκαν με βάση την τιμή του 75ου εκατοστημορίου, όπως προτάθηκε από την ICRP.

Η μεμονωμένη εξέταση της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής των δεικτών δόσης CTDI<sub>vol</sub> και DLP δεν είναι ενδειγμένη για τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Ωστόσο, μεμονωμένα μπορεί να οδηγήσει σε συμπεράσματα για τις

**Πίνακας 2.** Στατιστική κατανομή των δεδομένων της μελέτης.

Δεδομένα	CTDI <sub>vol</sub> εγκεφάλου (mGy)	DLP εγκεφάλου (mGy)	CTDI <sub>vol</sub> θώρακα (mGy)	DLP θώρακα (mGy)	CTDI <sub>vol</sub> κοιλίας (mGy)	DLP κοιλίας (mGy)
n	140	140	140	140	140	140
Μέση τιμή	49,10	790,28	6,52	231,56	11,02	509,16
% διαφορά ελάχιστης και μέγιστης τιμής του ΜΟ	127	157	163	166	312	296
Τυπική απόκλιση	34,08	309,32	3,08	109,51	6,13	274,54
Εύρος	77,97	1.561,86	11,81	458,20	27,76	1.766,93
Ελάχιστο	26,63	326,44	2,99	87,00	2,14	81,87
Μέγιστο	104,60	1.888,30	14,80	545,20	29,90	1.848,80
75ο εκατοστημόριο (ΔΕΑ)	50,10	919,30	9,08	309,50	13,19	646,20

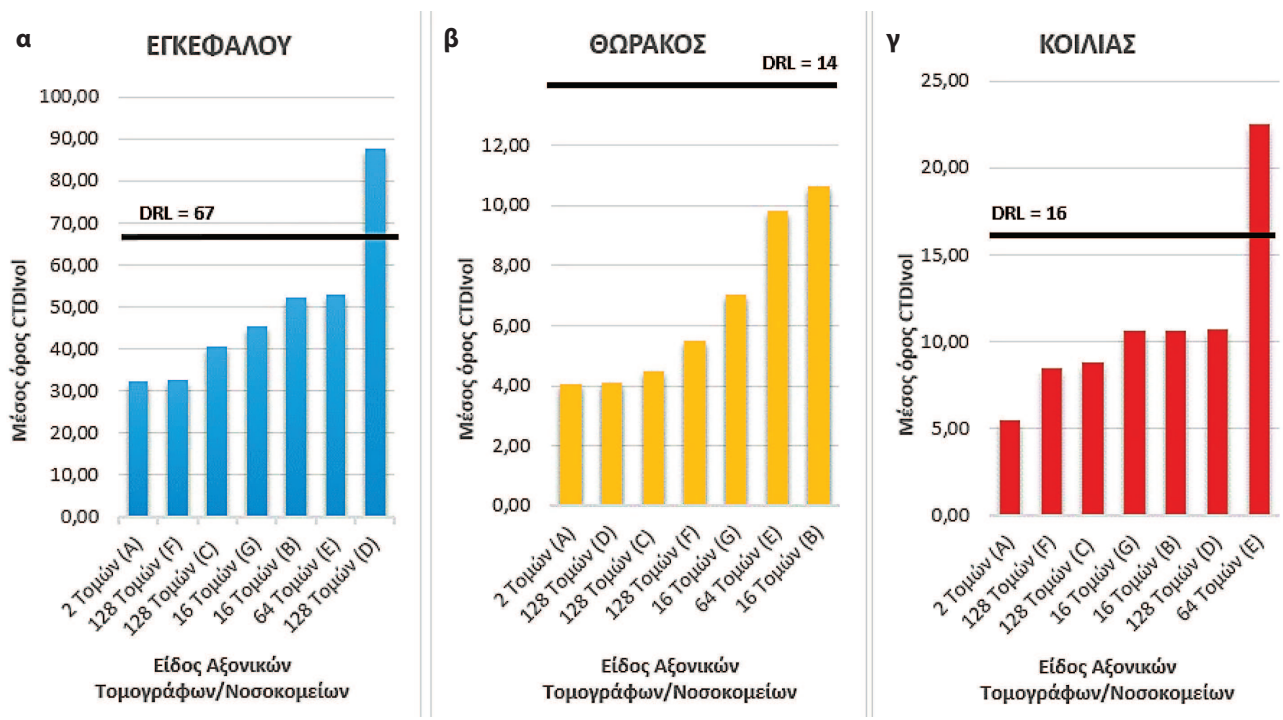
n: Αριθμός δειγμάτων, ΜΟ: Μέσος όρος, ΔΕΑ: Διαγνωστικά επίπεδα αναφοράς

πρακτικές στα νοσοκομεία. Για παράδειγμα, υπέρβαση που σημειώθηκε στα ΔΕΑ στον δείκτη DLP (1888,30 mGy) για την εξέταση του εγκεφάλου αντιστοιχούσε σε έναν δείκτη CTDI<sub>vol</sub> 47 mGy (εντός των ΔΕΑ), γεγονός που υποδηλώνει ότι η εν λόγω υπέρβαση οφείλεται σε σάρωση ανατομικής περιοχής εκτός από την προβλεπόμενη. Η μελέτη της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής για την εξέταση του εγκεφάλου οδήγησε στο συμπέρασμα ότι ο ασθενής μπορούσε να λάβει κάτω από το μισό, ή σχεδόν το διπλάσιο της επιτρεπόμενης δόσης, ανάλογα με το νοσοκομείο το οποίο διεξήγαγε την εξέταση, όχι απαραίτητα εξ αιτίας χρήσης ανορθολογικών παραμέτρων έκθεσης, αλλά λόγω σάρωσης μη αναγκαίου ανατομικού θέματος. Ακολουθώντας, η μελέτη της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής για την εξέταση του θώρακα οδήγησε στο συμπέρασμα ότι ο ασθενής μπορούσε να λάβει δόση 4 φορές κάτω ή πλησίον του επιτρεπόμενου ορίου, ανάλογα με το νοσοκομείο που διενήργησε την εξέταση. Τέλος, για την εξέταση της κοιλίας η μελέτη της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής των δεικτών οδήγησε στο συμπέρασμα ότι ένας ασθενής μπορούσε να λάβει περίπου το 1/7, ή σχεδόν το διπλάσιο της επιτρεπόμενης δόσης των ΔΕΑ, ανάλογα με το νοσοκομείο το οποίο διεξήγαγε την εξέταση. Οι υπερβάσεις στην περίπτωση της εξέτασης της κοιλίας είναι εξαιρετικά σοβαρές και πιθανόν να μπορεί να δικαιολογηθούν από τον σωματότυπο, αλλά ενδέχεται και όχι. Ασθενής του δείγματος σημείωσε υπερβάσεις στα

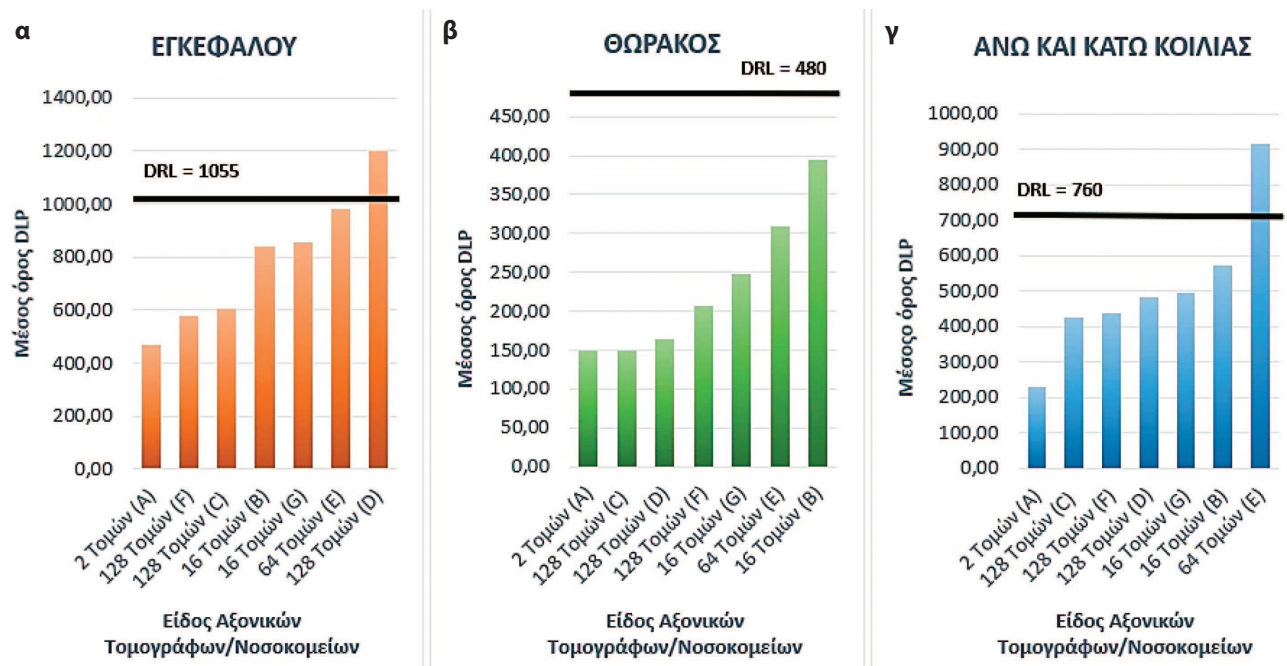
ΔΕΑ με τιμές για τον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> 24,70 mGy και για τον δείκτη DLP 1183,20 mGy και ας ήταν 65 kg, μετρήσεις που δεν είναι εύκολο να αποδοθούν σε άλλους παράγοντες εκτός από τη χρήση «άτυπων» πρακτικών.

Παρατηρήθηκαν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής του μέσου όρου των δεικτών. Η εξέταση της κοιλίας είχε τη μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ του ελάχιστου και του μέγιστου μέσου όρου δόσεων, της τάξης του 312% στον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> και 296% στον δείκτη DLP. Ακολουθούσε η εξέταση θώρακα, η οποία κατέγραψε διαφορά της τάξης του 163% για τον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> και 166% για τον δείκτη DLP και τελευταία η εξέταση του εγκεφάλου με διαφορά της τάξης του 127% για τον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> και 157% για τον δείκτη DLP (πίν. 2).

Συγκρίνοντας και τα 6 νοσοκομεία, δεν παρατηρήθηκε σε κάποιο από αυτά υπέρβαση των ΔΕΑ για την εξέταση του θώρακα και για τους δύο δείκτες δόσης CTDI<sub>vol</sub> (10,64 mGy) και DLP (395,32 mGy) (εικόνες 2β, 3β). Ωστόσο, η μελέτη του πίνακα 2 αποδεικνύει ότι καταγράφηκαν μεμονωμένα δόσεις και στον θώρακα που υπερβαίνουν τα ΔΕΑ, μιας και η μέγιστη τιμή των δεικτών δόσης CTDI<sub>vol</sub> και DLP ήταν 14,80 και 545, αντίστοιχα, ενώ τα ΔΕΑ που θεσπίστηκαν στην Ελλάδα είναι 14 και 480, αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι μια από τις υπερβάσεις του δείκτη CTDI<sub>vol</sub>, η οποία αφορούσε στο μέγιστο 14,80 mGy και αντιστοιχούσε σε



**Εικόνα 2.** Κατανομή του δείκτη δόσης CTDI<sub>vol</sub> για τις εξετάσεις αξονικής τομογραφίας (CT) που ερευνηθήκαν. (α) Κατανομή του CTDI<sub>vol</sub> για την εξέταση CT εγκεφάλου. (β) Κατανομή του CTDI<sub>vol</sub> για την εξέταση CT θώρακα. (γ) Κατανομή του CTDI<sub>vol</sub> για την εξέταση CT άνω και κάτω κοιλίας.



**Εικόνα 3.** Κατανομή του δείκτη δόσης DLP για τις εξετάσεις αξονικής τομογραφίας (CT) που ερευνηθήκαν. **(α)** Κατανομή του DLP για την εξέταση CT εγκεφάλου. **(β)** Κατανομή του DLP για την εξέταση CT θώρακα. **(γ)** Κατανομή του DLP για την εξέταση CT άνω και κάτω κοιλίας.

DLP 511 mGy, αναφερόταν σε ασθενή σωματικού βάρους 60 kg, που δύσκολα μπορεί να αποδώσει διαστάσεις οι οποίες να δικαιολογούν τις εν λόγω τιμές.

Ως προς τις εξετάσεις εγκεφάλου και άνω και κάτω κοιλίας, παρατηρήθηκαν μεγάλες αποκλίσεις και στους δύο δείκτες CTDI<sub>vol</sub> και DLP. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε υπέρβαση των ΔΕΑ στην εξέταση εγκεφάλου από το νοσοκομείο D, τόσο για τον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> (72,98 mGy) όσο και για τον δείκτη DLP (1202,03 mGy) (εικόνες 2α, 3α). Επί πλέον, το νοσοκομείο E κατέγραψε τις μεγαλύτερες δόσεις από τα 6 νοσοκομεία του δείγματος στην εξέταση της κοιλίας. Μάλιστα, οι δείκτες δόσης CTDI<sub>vol</sub> (22,52 mGy) και DLP (917,41 mGy) ήταν πολύ υψηλότερα από τα ΔΕΑ (εικόνες 2γ και 3γ).

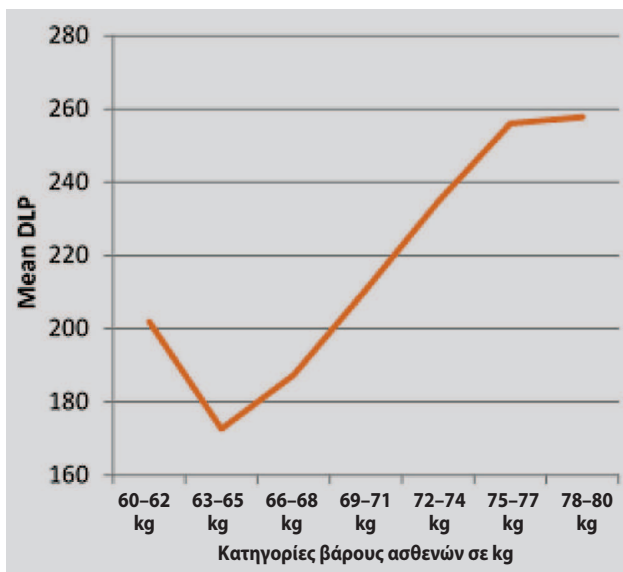
Οι υπερβάσεις αυτές θα μπορούσαν να αποδοθούν στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των ασθενών ή στον διαφορετικό αριθμό τομών των υπολογιστικών τομογράφων μεταξύ των νοσοκομείων. Για τη διερεύνηση των διαφορών στις τιμές των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP μεταξύ των νοσοκομείων ελέγχθηκε η επίδραση διαφόρων παραγόντων που ενδεχομένως επηρεάζουν τις εν λόγω τιμές.

Από τον έλεγχο της επίδρασης του παράγοντα του φύλου των ασθενών δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κανένα είδος εξετάσεων στις δόσεις σύμφωνα με τους δείκτες CTDI<sub>vol</sub> και DLP.

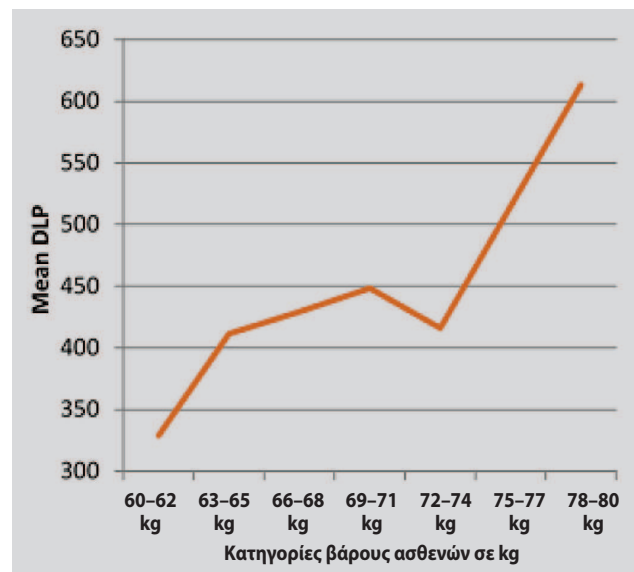
Από τον έλεγχο της επίδρασης του παράγοντα του σωματικού βάρους των ασθενών με τον δείκτη DLP, για τις εξετάσεις εγκεφάλου, θώρακα και κοιλίας διαπιστώθηκε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα kg των ασθενών ως προς τις τιμές του δείκτη DLP για όλες τις εξετάσεις ( $p=0,001$  για την εξέταση του εγκεφάλου,  $p=0,028$  για την εξέταση του θώρακα,  $p=0,001$  για την εξέταση της κοιλίας, επίπεδο σημαντικότητας 5%). Προέκυψε ότι υπήρχε θετική μετατόπιση αναφορικά με το σωματικό βάρος των ασθενών και τις τιμές του δείκτη DLP για τις εξετάσεις εγκεφάλου, θώρακα και κοιλίας, δηλαδή οι περισσότεροι παχύσαρκοι ασθενείς είχαν υψηλότερες τιμές στον δείκτη DLP σε σχέση με τους πιο αδύνατους (εικόνες 4, 5 και 6).

Σημαντικό εύρημα της μελέτης ήταν η υπέρβαση των ΔΕΑ στην εξέταση του εγκεφάλου από το νοσοκομείο D, το οποίο διέθετε υπολογιστικό τομογράφο 128 τομών, και η υπέρβαση των ΔΕΑ στην εξέταση κοιλίας από το νοσοκομείο E, που διέθετε υπολογιστικό τομογράφο 64 τομών. Για τον λόγο αυτόν έγινε περαιτέρω σύγκριση των νοσοκομείων με μηχανήματα ίδιας δυναμικής και ειδικότερα των νοσοκομείων C, F, D (τομογράφοι 128 τομών) και των νοσοκομείων B και G (τομογράφοι 16 τομών). Δεν ήταν εφικτή η σύγκριση για τομογράφους 64 τομών, αφού στο δείγμα της μελέτης υπήρχε μόνο ένα νοσοκομείο που διέθετε τέτοιο τομογράφο.

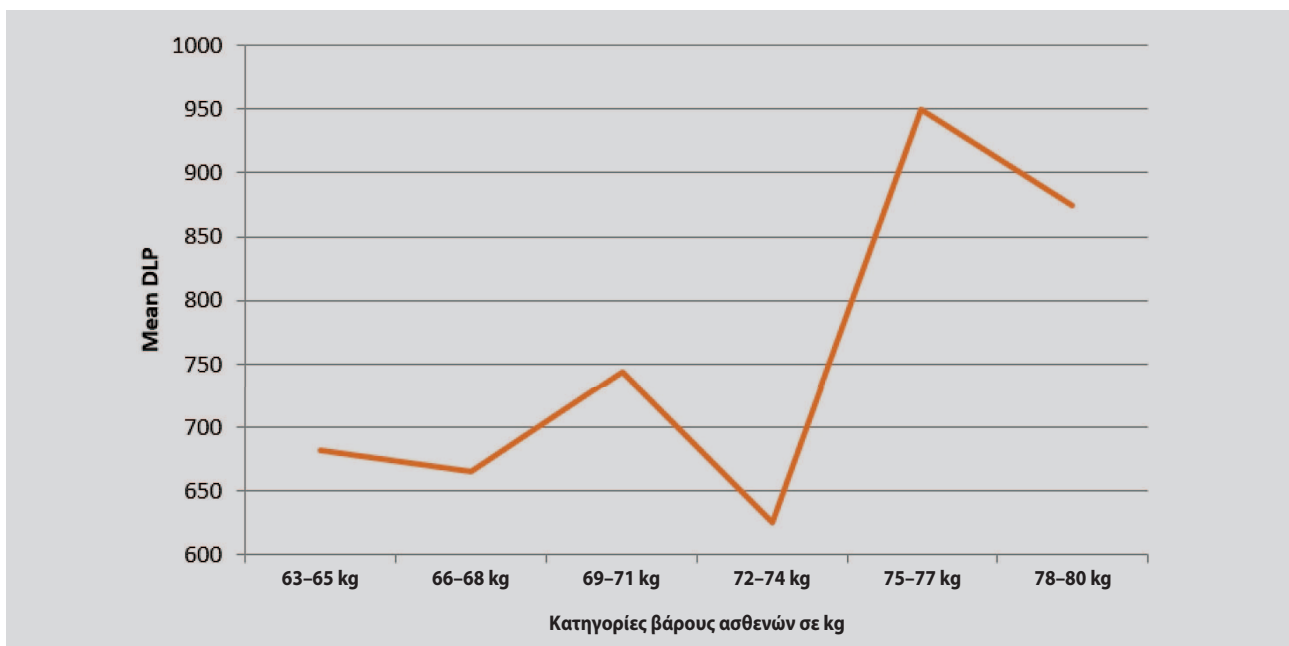
Για να διαπιστωθεί αν οι τρεις αξονικοί τομογράφοι



**Εικόνα 4.** Διακύμανση της δόσης της εξέτασης θώρακα, με βάση τον δείκτη DLP, ανάλογα με την κατηγορία του σωματικού βάρους των ασθενών.



**Εικόνα 5.** Διακύμανση της δόσης της εξέτασης κοιλίας, με βάση τον δείκτη DLP, ανάλογα με την κατηγορία του σωματικού βάρους των ασθενών.



**Εικόνα 6.** Διακύμανση της δόσης της εξέτασης εγκεφάλου, με βάση τον δείκτη DLP, ανάλογα με την κατηγορία του σωματικού βάρους των ασθενών.

128 τομών των τριών νοσοκομείων C, F, D είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τους δείκτες δόσης CTDI<sub>vol</sub> και DLP, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης κατά έναν παράγοντα. Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε παρόμοιους δυναμικούς αξονικούς τομογράφους στην εξέταση του εγκεφάλου ως προς την τιμή του δείκτη CTDI<sub>vol</sub> ( $p < 0,001$ ) και του δείκτη DLP ( $p < 0,001$ ) και στην εξέταση του θώρακα και ως προς τους δύο δείκτες (δείκτης

CTDI<sub>vol</sub>:  $p = 0,002$  και δείκτης DLP:  $p = 0,002$ ). Αντίστοιχη διερεύνηση στην εξέταση κοιλίας δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για κανέναν από τους δύο δείκτες (δείκτης CTDI<sub>vol</sub>:  $p = 0,139$  και δείκτης DLP:  $p = 0,569$ ). Τα παραπάνω συνιστούν μια ένδειξη ότι η παρατηρηθείσα στο νοσοκομείο D υπέρβαση των ΔΕΑ κατά την εξέταση του εγκεφάλου δεν φάνηκε να οφείλεται στο γεγονός ότι το συγκεκριμένο νοσοκομείο διέθετε υπολογιστικό τομογράφο

128 τομών, αλλά πιθανόν σε λάθος ή άτυπες πρακτικές.

Αντίστοιχη σύγκριση πραγματοποιήθηκε και μεταξύ δύο νοσοκομείων που διέθεταν υπολογιστικούς τομογράφους 16 τομών, για να διαπιστωθεί αν οι δύο αξονικοί τομογράφοι 16 τομών των δύο νοσοκομείων Β και Γ είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τους δείκτες δόσης CTDI<sub>vol</sub> και DLP.

Συγκεκριμένα, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους δύο αξονικούς ως προς την τιμή του δείκτη CTDI<sub>vol</sub> ( $p=0,517$ ) και του δείκτη DLP ( $p=0,685$ ) στην εξέταση εγκεφάλου, αλλά ούτε και στην εξέταση κοιλίας (δείκτης CTDI<sub>vol</sub>:  $p=0,808$  και δείκτης DLP:  $p=0,417$ ). Ωστόσο, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν ως προς την εξέταση του θώρακα και στους δύο δείκτες. Ειδικότερα, ο αξονικός τομογράφος στο νοσοκομείο Β είχε υψηλότερες τιμές σε σχέση με τον αντίστοιχο τομογράφο στο νοσοκομείο Γ, τόσο στον δείκτη CTDI<sub>vol</sub> όσο και στον δείκτη DLP (δείκτης CTDI<sub>vol</sub>:  $p<0,001$ , εύρος: 8,40, διάμεσος: 9,20 και δείκτης DLP:  $p<0,001$ , εύρος: 413,10, διάμεσος: 344,45).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η εξέταση εγκεφάλου έχει καταγράψει τις μεγαλύτερες δόσεις σε όλα τα τμήματα CT των νοσοκομείων του δείγματος, γεγονός που συνάδει και με άλλες μελέτες.<sup>23</sup>

Όσον αφορά στα ευρήματα των τιμών των δόσεων ακτινοβολίας σε σχέση με το σωματικό βάρος παρουσιάστηκαν κάποιες αποκλίσεις. Οι αποκλίσεις που διαπιστώνονται π.χ. για την εξέταση του θώρακα στην κατηγορία των 60–62 kg πιθανόν οφείλονται σε υπερεκτίμηση του βάρους από τα μηχανήματα, η οποία μπορεί να συμβεί για διάφορους λόγους, όπως ανωμαλίες στις σωματομετρικές διαστάσεις των ασθενών σε σχέση με το σωματικό βάρος (μεγαλύτερη προσθιοπίσθια διάμετρος από πλαγιοπλάγια ή το αντίθετο), λάθος τοποθέτηση του ασθενούς στο ισόκεντρο,<sup>24</sup> σάρωση μεγαλύτερης ανατομικής περιοχής από την ενδεδειγμένη. Με βάση, λοιπόν, τα αποτελέσματα δεν αποκλείονται οι «κακές» πρακτικές στη λειτουργία των υπολογιστικών τομογράφων. Η εξέταση του εγκεφάλου παρουσίασε τις περισσότερες ανακολουθίες στα αποτελέσματα σε σχέση με τον παράγοντα του σωματικού βάρους (εικ. 4), καθώς οι διαστάσεις της ανατομικής περιοχής της κεφαλής δεν εκφράζονται απόλυτα από το σωματικό βάρος των ασθενών, αλλά από το στάδιο ανάπτυξης.<sup>25</sup> Για την ερμηνεία των γραφημάτων πρέπει να ληφθεί υπ' όψη ότι οι υπολογιστικοί τομογράφοι δεν αναγνωρίζουν τον παράγοντα του βάρους με την κυριολεκτική του έννοια, αλλά μετρούν τις διαστάσεις των ασθενών από τα τοπογράμματα. Περισσότερα kg συνήθως σημαίνει μεγαλύτερες διαστάσεις.

Τα νοσοκομεία που παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές στους δείκτες δόσης (B, D) έχουν περιθώριο βελτίωσης για μείωση της δόσης, με δεδομένο ότι η εικόνα που παρήχθη και στα πέντε νοσοκομεία ήταν διαγνωστική.

Η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών στους δείκτες δόσης μεταξύ υπολογιστικών τομογράφων ίδιων τομών (128) ήταν ένδειξη ότι ο αριθμός των τομών δεν φάνηκε να καθόρισε το ύψος της δόσης και τα στοιχεία αυτά υποδήλωσαν ότι οι υπερβάσεις των δόσεων του νοσοκομείου D οφείλονταν σε κάποιον άλλον παράγοντα, όπως οι «άτυπες πρακτικές».

Παρ' ότι η εξέταση της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής των δεικτών δόσης CTDI<sub>vol</sub> και DLP δεν είναι ενδεδειγμένη για τη διεξαγωγή ασφαλών πορισμάτων, ωστόσο μεμονωμένα μπορούσε να οδηγήσει σε συμπεράσματα για τις πρακτικές στα νοσοκομεία του δείγματος. Για παράδειγμα, η ελάχιστη τιμή των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP για την εξέταση εγκεφάλου ήταν 26,63 mGy και 326,44 mGy, αντίστοιχα και η μέγιστη τιμή ήταν 104,60 mGy και 1.888,30 mGy, αντίστοιχα (πίν. 2), όταν τα ΔΕΑ της εξέτασης που υιοθετήθηκαν στην Ελλάδα είναι 67 mGy και 1.055 mGy, αντίστοιχα (αριθμ. Δ.ΥΓ2/οικ. 98941, ΦΕΚ 3176/Β/26.11.2014).<sup>26</sup> Πρέπει να σημειωθεί ότι η τιμή 1.888,30 mGy στον δείκτη DLP αντιστοιχούσε σε έναν δείκτη CTDI<sub>vol</sub> 47 mGy (εντός των ΔΕΑ), γεγονός που υποδηλώνει ότι η εν λόγω υπέρβαση οφειλόταν σε σάρωση ανατομικής περιοχής εκτός από την προβλεπόμενη.

Στον πίνακα 3 καταγράφονται οι τιμές των ΔΕΑ για τις τρεις πιο συχνές εξετάσεις υπολογιστικής τομογραφίας από την παρούσα μελέτη σε σύγκριση με εκείνες από άλλες μελέτες σε όλον τον κόσμο. Όπως φαίνεται, τα επίπεδα ΔΕΑ με βάση την παρούσα μελέτη ήταν μικρότερα από όλες τις άλλες έρευνες.<sup>3,27,28</sup> Μάλιστα, τα ΔΕΑ που υπολογίστηκαν από το σύνολο των μετρήσεων της παρούσας μελέτης ήταν μικρότερα από τα ΔΕΑ της Ελλάδας.<sup>26</sup> Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι η Ελλάδα καταγράφει τις χαμηλότερες δόσεις για τις τρεις βασικές εξετάσεις υπολογιστικής τομογραφίας από άλλες χώρες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο<sup>29</sup> και τις ΗΠΑ,<sup>27</sup> οι οποίες έχουν παράδοση στον συστηματικό έλεγχο των ΔΕΑ σε εθνικό επίπεδο, προκειμένου να αναβαθμίζεται η ποιότητα των υπηρεσιών υγείας. Κάτι τέτοιο, όμως, δεν είναι ακριβές και οι χαμηλότερες τιμές μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός ότι η εν λόγω έρευνα φιλοξένησε μικρό αριθμό συμμετεχόντων, καθώς και μικρό αριθμό διαφορετικών κατασκευαστών υπολογιστικών τομογράφων.

Τα ΔΕΑ αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο ελέγχου των πρακτικών των ακτινολογικών εργαστηρίων και κυρίως των τμημάτων υπολογιστικής τομογραφίας και συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση των δόσεων ακτινοβολίας.<sup>30</sup> Η χρήση των



**Πίνακας 3.** Σύγκριση των διαγνωστικών επιπέδων αναφοράς (ΔΕΑ) της παρούσας μελέτης με άλλες μεγάλες έρευνες σε παγκόσμια κλίμακα.

Εξέταση	ACR (2016)	Ιαπωνία (2015)	ΕΕ (2014)	Ηνωμένο Βασίλειο (2014)	Ιρλανδία (2012)	Αυστραλία (2011)	Καναδάς (2012)	Γερμανία (2010)	Νορβηγία (2009)	Ελβετία (2010)	Ελλάδα (2014)	Παρούσα μελέτη
<i>Εγκεφάλου</i>												
CTDI <sub>vol</sub>	56	85	60	60	58	60	79	65	75	65	67	50
DLP	962	1.350	1.000	970	940	1.000	1.302	950	1000	1.000	1.055	919
<i>Θώρακα</i>												
CTDI <sub>vol</sub>	12	15	10	12	9	15	14	12	15	15	14	9
DLP	443	550	400	610	390	450	521	400	400	650	480	309
<i>Άνω και κάτω κοιλίας</i>												
CTDI <sub>vol</sub>	16	20	25	15	12	15	18	20	15	15	16	13
DLP	781	1.000	800	745	600	700	874	900	710	650	760	646

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΔΕΑ έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τις δόσεις ακτινοβολίας στην κλινική πρακτική, όπως π.χ. συνέβη στο Ηνωμένο Βασίλειο, στο οποίο η τιμή των ΔΕΑ το 2005 για την ακτινογραφία και την ακτινοσκόπηση ήταν περίπου κατά 16% χαμηλότερη από εκείνη των ΔΕΑ του 2000 και περίπου μισή από αυτή που σημειώθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1980.<sup>31</sup> Χωρίς την ύπαρξη των ΔΕΑ δεν είναι εφικτό οι μονάδες υγείας να εντοπίζουν εύκολα τα υπερβολικά επίπεδα ακτινοβολίας των ακτινολογικών εξετάσεων, τα οποία φανερώνουν «άλογες» πρακτικές και μειώνουν την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών των ακτινολογικών εργαστηρίων, συμβάλλοντας δυνητικά στην πρόκληση βλάβης στον ασθενή. Η παροχή ενός συνόλου αριθμητικών τιμών επιτρέπει στις μονάδες υγείας να προβαίνουν σε ταχεία αναθεώρηση και να λαμβάνουν διορθωτικά μέτρα, προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα. Οι τιμές των ΔΕΑ οφείλουν να αντανακλούν τις τρέχουσες πρακτικές, αλλά και να λαμβάνουν υπόψη την εξέλιξη της τεχνολογίας.<sup>27</sup>

Επομένως, υπάρχει ανάγκη ελέγχου των δόσεων των τμημάτων αξονικής τομογραφίας ανά τακτά χρονικά διαστήματα και η πρακτική εκτέλεση των εξετάσεων πρέπει να γίνεται με βάση την τεχνολογία, το είδος της εξέτασης, την πιθανή ασθένεια που διερευνάται και τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε ασθενούς.<sup>32</sup>

Η μελέτη επιβεβαίωσε τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών που υποστηρίζουν ότι οι διτομικοί υπολογιστικοί τομογράφοι φαίνεται να παρέχουν τη χαμηλότερη δόση στους ασθενείς σε σύγκριση με τους τομογράφους μονής τομής και τους πολυτομικούς.<sup>29,33</sup>

Τα αποτελέσματα οδήγησαν στη διαπίστωση ότι για τον ίδιο τύπο εξέτασης, με σκοπό την απάντηση του ίδιου

κλινικού ερωτήματος, κάθε τμήμα CT εκτελεί ένα πρωτόκολλο με διαφορετικές παραμέτρους, με συνέπεια την αύξηση της δόσης στους ασθενείς. Ανάλογα με το πού πραγματοποιήσε ο κάθε ασθενής την εξέταση, η δόση που λάμβανε μπορούσε να υπερβεί σημαντικά τη μέση τιμή. Κάποιες βέβαια παραλλαγές στα πρωτόκολλα εξέτασης μπορεί να υποδεικνύονται από τις ιδιαιτερότητες του κλινικού ερωτήματος και τον σωματότυπο των ασθενών (π.χ. παχύσαρκοι ασθενείς). Ωστόσο, οι διαφορές στους δείκτες δόσης είναι πολύ μεγάλες για να αποδοθούν αποκλειστικά στη διαφορετικότητα των μηχανημάτων και υπερβαίνουν ακόμη και αυτό που θεωρείται ευρέως αποδεκτό. Δηλαδή, για απάντηση στο ίδιο κλινικό ερώτημα κάποιος ασθενής μπορούσε να λάβει μεγαλύτερη δόση. Σε ανάλογα συμπεράσματα έχουν καταλήξει και άλλες μελέτες.<sup>32</sup>

Το συγκεκριμένο γεγονός υποδεικνύει ότι οι πρακτικές εξέτασης σε κάποια από τα νοσοκομεία δεν είναι οι ενδεδειγμένες και επομένως πρέπει να αναθεωρηθούν, προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα των υπηρεσιών υγείας. Οι λόγοι για αυτές τις παραλλαγές μπορεί να είναι πολλοί. Ένας από αυτούς είναι η έλλειψη εξοικείωσης των τεχνολόγων με τις τεχνικές πτυχές των πολυτομικών αξονικών τομογράφων, η σημασία της οποίας έχει επισημανθεί και σε ευρήματα άλλων μελετών<sup>33,34</sup> και μπορεί να επηρεάσει τις δόσεις των ασθενών. Ένας άλλος λόγος είναι το διαφορετικό είδος πολυτομικού αξονικού τομογράφου (π.χ. 2 τομών, 16 τομών, 128 τομών κ.λπ.),<sup>35</sup> μιας και η δέσμη των διτομικών τομογράφων παρουσιάζει καλύτερη γεωμετρική απόδοση από τα συστήματα πολλαπλών τομών.<sup>34</sup> Ωστόσο, από πλήθος ερευνών διαπιστώνεται ότι ανάλογες διακυμάνσεις οφείλονται κυρίως σε διαφορετικές παραμέτρους έκθεσης κάθε εξέτασης, όπως π.χ. το μήκος της σάρωσης.<sup>29,36,37</sup> Ο

δείκτης DLP εξαρτάται άμεσα από το μήκος της περιοχής σαρωμένου σώματος. Το υποκειμενικό αίτημα διαφορετικών μηκών σάρωσης από τους ακτινολόγους ιατρούς και η απουσία τυποποιημένων τεχνικών μπορεί να είναι η αιτία της διακύμανσης που προαναφέρθηκε. Ένα σωστά επιλεγμένο μήκος σάρωσης θα πρέπει να περιλαμβάνει μόνο περιοχές διαγνωστικής σημασίας και να αποκλείει περιοχές που δεν υποδεικνύονται ή δεν έχουν διαγνωστικά οφέλη.<sup>38</sup> Με δεδομένο δε ότι οι εξετάσεις του θώρακα και της άνω και κάτω κοιλίας είναι από τις συχνότερες, μειώσεις του μέσου όρου του DLP θα συμβάλει στη μείωση της συνολικής συλλογικής δόσης στον πληθυσμό.<sup>27</sup>

Οι διακυμάνσεις μεταξύ των νοσοκομείων φανέρωσαν την παντελή έλλειψη τυποποιημένης πρακτικής. Τα τμήματα CT στην Ελλάδα δεν ακολουθούν όλα τα διεθνή πρότυπα (guidelines). Επομένως, υπάρχει πολύ μεγάλο περιθώριο βελτιστοποίησης των πρακτικών των τμημάτων CT στην Ελλάδα. Υπάρχουν πολλές στρατηγικές βελτιστοποίησης για τις εξετάσεις CT.<sup>22,39</sup> Το προσωπικό πρέπει να ενημερωθεί γι' αυτές και να τις εφαρμόζει.

Είναι γεγονός ότι η CT θα πρωταγωνιστεί ως απεικονιστική μέθοδος και στο εγγύς μέλλον. Η τεχνολογία της μεθόδου έχει εξελιχθεί ταχέως τις τελευταίες δεκαετίες και τα μηχανήματα πλέον περιλαμβάνουν τρόπους μείωσης της δόσης, οι οποίοι πρέπει να χρησιμοποιούνται προκειμένου να ελαττώσουν την ακτινοβολία στους ασθενείς, αναβαθμίζοντας την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Είναι δεδομένο ότι η Ελλάδα είναι μια από τις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) που καταγράφει τον μεγαλύτερο αριθμό CT μαζί με τις ΗΠΑ και παρουσιάζει υψηλότερες δόσεις από τη CT από τη μέση τιμή των ευρωπαϊκών χωρών, γεγονός που οφείλεται κυρίως στο ότι στην Ελλάδα σαρώνονται μεγαλύτερες περιοχές σώματος και επίσης δεν εφαρμό-

ζονται εξατομικευμένα πρωτόκολλα έκθεσης.<sup>40</sup> Συνεπώς, η εφαρμογή συστηματικών ελέγχων μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη του στόχου της αναβάθμισης της ποιότητας στα αντίστοιχα τμήματα υπολογιστικής τομογραφίας στην Ελλάδα. Αυτό, σε συνδυασμό με μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση των επαγγελματιών υγείας και του κοινού και την προσήλωση στην εφαρμογή των ΔΕΑ, μπορεί να διασφαλίσει ότι σε όλες τις μονάδες υγείας οι δόσεις ακτινοβολίας διατηρούνται τόσο χαμηλά όσο είναι λογικά εφικτό και, επομένως, να βελτιώσει την ποιότητα της περίθαλψης που προσφέρεται στους ασθενείς.

### Περιορισμοί της μελέτης

Η πιλοτική μελέτη βασίστηκε σε δεδομένα μόνο από 7 νοσοκομεία και μόνο από μία πόλη. Παρ' ότι η Αθήνα είναι η μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας, η μεμονωμένη μελέτη των ΔΕΑ από τμήματα CT δεν μπορεί να παράξει αποτελέσματα με μεγάλη δυνατότητα γενίκευσης, ακόμη και αν τα σχετικά νοσοκομεία δέχονται μεγάλο όγκο ασθενών ετησίως. Επίσης, αυτό το έργο βασίστηκε στην ακρίβεια των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP, όπως αυτοί αναγράφονται στην κονσόλα κάθε μηχανήματος CT. Παρ' ότι οι εν λόγω δείκτες ελέγχονται τακτικά για την ακρίβειά τους, δεν σημαίνει ότι είναι πάντα απόλυτα ακριβείς.<sup>22</sup> Επιπρόσθετα, δεν εξετάστηκε το μήκος της σάρωσης σε αυτή τη μελέτη, γεγονός που ενδέχεται να επηρεάσει σε κάποιον βαθμό τις τιμές του δείκτη DLP. Επί πλέον, η ποιότητα των εικόνων δεν εξετάστηκε μαζί με τις πληροφορίες δόσεων των δεικτών CTDI<sub>vol</sub> και DLP και έγινε η υπόθεση ότι οι εξετάσεις ακολουθούσαν τα ποιοτικά πρότυπα, γιατί μόνο έτσι θα μπορούσαν να εξαχθούν διαγνωστικές πληροφορίες. Τέλος, η χρήση των δεικτών δόσης δίνει ίσο βάρος σε κάθε τμήμα CT, ανεξαρτήτως του μεγέθους του νοσοκομείου και της έντασης της εργασίας.

### ABSTRACT

#### The use of diagnostic reference levels as a quality assurance tool in departments of computed tomography in Greek hospitals

M. DOUSI,<sup>1,2</sup> A. VARAKLIOTI,<sup>2,3</sup> M. MALLIAROU,<sup>2,4</sup> P. SARAFIS<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>Department of Computed Tomography, "Elpis" General Hospital, Athens, <sup>2</sup>Department of Health Management, Hellenic Open University, Patra, <sup>3</sup>Blood Transfusion Centre, "Laiko" General Hospital, Athens, <sup>4</sup>Technical Educational Institute of Thessaly, Larissa, Greece, <sup>5</sup>School of Health Sciences, Cyprus University of Technology, Limassol, Cyprus

*Archives of Hellenic Medicine 2019, 36(5):623–634*

**OBJECTIVE** To assess the quality of Greek departments of computed tomography (CT) based on the diagnostic reference levels (DRLs) for the three most common adult examinations. **METHOD** Data were analyzed of the three most commonly performed adult CT examinations, head, chest, and abdomen/pelvis from 7 facilities in Greece. Data from

420 examinations provided mean values and 75th percentiles for CT dose index (CTDI<sub>vol</sub>) and dose length product (DLP) indices. The findings were compared with the DRLs from other countries. **RESULTS** Seven participating public hospitals (4 general hospitals, two oncology centres, and one university teaching hospital) were investigated, which numbered a total of 3,855 beds and had multi-slice CTs, ranging from 2 to 128 slices. The examination of abdomen/pelvis showed the largest difference between the minimum and maximum average doses, of 312% in the CTDI<sub>vol</sub> index and 296% in the DLP index. In the chest examination a difference was recorded of 163% for the CTDI<sub>vol</sub> index and 166% for the DLP index, and in the head examination a 127% difference for the CTDI<sub>vol</sub> index and 157% for the DLP index. The calculation of the 75th percentiles showed that the results obtained from the CT examinations are within the DRLs values, but large deviations were observed even in the same type of CT scanner (128 slices), especially in the abdomen/pelvis and head examinations. **CONCLUSIONS** Based on these DRLs for the three most common CT examinations, dose variations between different departments with similar CT scanners show great potential for optimization.

**Key words:** Diagnostic reference levels (DRLs), Optimization, Quality assurance, Radiation

## Βιβλιογραφία

- SODICKSON A, BAEYENS PF, ANDRIOLE KP, PREVEDELLO LM, NAWFEL RD, HANSON R ET AL. Recurrent CT, cumulative radiation exposure, and associated radiation-induced cancer risks from CT of adults. *Radiology* 2009, 251:175–184
- METTLER FA Jr, BHARGAVAN M, FAULKNER K, GILLEY DB, GRAY JE, IBOTT G ET AL. Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: Frequency, radiation dose, and comparison with other radiation sources – 1950–2007. *Radiology* 2009, 253:520–531
- SKINNER S. Radiation safety. *Aust Fam Physician* 2013, 42:387–389
- SCHMIDT CW. CT scans: Balancing health risks and medical benefits. *Environ Health Perspect* 2012, 120:A118–A121
- BRENNER DJ, HALL EJ. Computed tomography – an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 2007, 357:2277–2284
- BRENNER D, ELLISTON C, HALL E, BERDON W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol* 2001, 176:289–296
- ΜΑΛΛΙΑΡΟΥ Μ, ΣΑΡΑΦΗΣ Π, ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗ Κ, ΣΩΤΗΡΙΑΔΟΥ Κ. Χαρακτηριστικά αγαθού υγείας και αδυναμία επιβολής κανόνων ελεύθερης ανταγωνιστικής αγοράς. *Διεπιστημονική Φροντίδα Υγείας* 2011, 3:38–43
- CHEN J, MAJERCIK S, BLEDSOE J, CONNOR K, MORRIS B, GARDNER S ET AL. The prevalence and impact of defensive medicine in the radiographic workup of the trauma patient: A pilot study. *Am J Surg* 2015, 210:462–467
- SHIRALKAR S, RENNIE A, SNOW M, GALLAND RB, LEWIS MH, GOWER-THOMAS K. Doctors' knowledge of radiation exposure: Questionnaire study. *Br Med J* 2003, 327:371–372
- MALONE JF. New ethical issues for radiation protection in diagnostic radiology. *Radiat Prot Dosimetry* 2008, 129:6–12
- MALONE JF. Radiation protection in medicine: Ethical framework revisited. *Radiat Prot Dosimetry* 2009, 135:71–78
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Communicating radiation risks in paediatric imaging: information to support health care discussions about benefit and risk. WHO, Geneva, 2016. Available at: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/205033/9789241510349\\_eng.pdf;jsessionid=B29C6B638387EC099528DFD319C19740?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/205033/9789241510349_eng.pdf;jsessionid=B29C6B638387EC099528DFD319C19740?sequence=1)
- MALONE J, GULERIA R, CRAVEN C, HORTON P, JÄRVINEN H, MAYO J ET AL. Justification of diagnostic medical exposures: Some practical issues. Report of an International Atomic Energy Agency Consultation. *Br J Radiol* 2012, 85:523–538
- BELLOLIO MF, HEIEN HC, SANGARALINGHAM LR, JEFFERY MM, CAMPBELL RL, CABRERA D ET AL. Increased computed tomography utilization in the emergency department and its association with hospital admission. *West J Emerg Med* 2017, 18:835–845
- SCHWARTZ DT. Counter-point: Are we really ordering too many CT scans? *West J Emerg Med* 2008, 9:120–122
- BEDETTI G, PIZZI C, GAVARUZZI G, LUGARES F, CICOGNANI A, PICANO E. Suboptimal awareness of radiologic dose among patients undergoing cardiac stress scintigraphy. *J Am Coll Radiol* 2008, 5:126–131
- THORNE M. ICRP publication 60: 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 1991, 21:1–3
- CHARLES M. ICRP publication 103: The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 2007, 37:2–4
- DO KH. General principles of radiation protection in fields of diagnostic medical exposure. *J Korean Med Sci* 2016, 31(Suppl 1):S6–S9
- MILLER DL, SCHAUER D. The ALARA principle in medical imaging. *AAPM Newsletter* 2015, 40:38–40
- HUDA W, METTLER FA. Volume CT dose index and dose-length product displayed during CT: What good are they? *Radiology* 2011, 258:236–242
- TREIER R, AROUA A, VERDUN FR, SAMARA E, STUESSI A, TRUEB PR. Patient doses in CT examinations in Switzerland: Implementation of national diagnostic reference levels. *Radiat Prot Dosimetry* 2010, 142:244–254

23. OGBOLE GI. Radiation dose in paediatric computed tomography: Risks and benefits. *Ann Ib Postgrad Med* 2010, 8:118–126
24. SUKUPOVA L, VEDLICH D, JIRU F. Consequences of the patient's mis-centering on the radiation dose and image quality in CT imaging – Phantom and clinical study. *Universal Journal of Medical Science* 2016, 4:102–107
25. GERAEDTS EJ, VAN DOMMELEN P, CALIEBE J, VISSER R, RANKE MB, VAN BUUREN S ET AL. Association between head circumference and body size. *Horm Res Paediatr* 2011, 75:213–219
26. ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ. Καθορισμός διαγνωστικών επιπέδων αναφοράς (ΔΕΑ) για ακτινογραφικές εξετάσεις, εξετάσεις αξονικής τομογραφίας, διαδικασίες επεμβατικής καρδιολογίας και οδοντιατρικές ακτινογραφικές εξετάσεις. ΦΕΚ 3176/Β/26.11.2014. Διαθέσιμο στο: [https://eeae.gr/files/dea\\_radiology.pdf](https://eeae.gr/files/dea_radiology.pdf)
27. FOLEY SJ, McENTEE MF, RAINFORD LA. Establishment of CT diagnostic reference levels in Ireland. *Br J Radiol* 2012, 85:1390–1397
28. KANAL KM, BUTLER PF, SENGUPTA D, BHARGAVAN-CHATFIELD M, COOMBS LP, MORIN R. US diagnostic reference levels and achievable doses for 10 adult CT examinations. *Radiology* 2017, 284:120–133
29. SHRIMPION PC, HILLIER MC, LEWIS MA, DUNN M. *Doses from computed tomography (CT) examinations in the UK – 2003 review*. National Radiological Protection Board Report NRPB-W67, 2005:19–21
30. FASSÒ A, ROKNI S. Operational radiation protection in high-energy physics accelerators: Implementation of ALARA in design and operation of accelerators. *Radiat Prot Dosimetry* 2009, 137:94–99
31. HART D, HILLIER MC, WALL BF. National reference doses for common radiographic, fluoroscopic and dental X-ray examinations in the UK. *Br J Radiol* 2009, 82:1–12
32. SMITH-BINDMAN R, LIPSON J, MARCUS R, KIM KP, MAHESH M, GOULD R ET AL. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med* 2009, 169:2078–2086
33. BRIX G, NAGEL HD, STAMM G, VEIT R, LECHER U, GRIEBEL J ET AL. Radiation exposure in multi-slice versus single-slice spiral CT: Results of a nationwide survey. *Eur Radiol* 2003, 13:1979–1991
34. SIMANTIRAKIS G, HOURDAKIS CJ, ECONOMIDES S, KAISAS I, KALATHAKI M, KOUKORAVA C ET AL. Diagnostic reference levels and patient doses in computed tomography examinations in Greece. *Radiat Prot Dosimetry* 2015, 163:319–324
35. SHRIMPION PC, EDYVEAN S. CT scanner dosimetry. *Br J Radiol* 1998, 71:1–3
36. LIVINGSTONE RS, DINAKARAN PM. Radiation safety concerns and diagnostic reference levels for computed tomography scanners in Tamil Nadu. *J Med Phys* 2011, 36:40–45
37. SARAVANAKUMAR A, VAIDEKI K, GOVINDARAJAN KN, JAYAKUMAR S. Establishment of diagnostic reference levels in computed tomography for select procedures in Pudhuchery, India. *J Med Phys* 2014, 39:50–55
38. SHRIMPION PC, HILLIER MC, MEESON S, GOLDING SJ. *Doses from computed tomography (CT) examinations in the UK – 2011 review*. Public Health England Report PHE-CRCE-013, Chilton, 2014:24–44
39. KALRA MK, MAHER MM, TOTHTL, HAMBERG LM, BLAKE MA, SHEPARD JA ET AL. Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology* 2004, 230:619–628
40. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Όλα όσα θέλετε να γνωρίζετε για τις ιατρικές εξετάσεις και θεραπείες με ιοντίζουσες ακτινοβολίες. ΕΕΑΕ, Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <https://eeae.gr/files/ενημέρωση/ιατρικές%20εξετάσεις.pdf>

Corresponding author:

M. Dousi, 59 Mylon street, 104 41 Athens, Greece  
e-mail: m\_dousi@yahoo.gr