



ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΡΑΔΙΟΛΟΓΩΝ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ ΠΤΥΧΙΟΥΧΩΝ ΤΕΙ

στην ογκολογία • ιατρική απεικόνιση • πυρηνική ιατρική

ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΤΕΥΧΟΣ 32

Ραδόνιο:
Περιβαλλοντικές
και κλινικές πηγές,
ενδεχόμενοι
κίνδυνοι για
την υγεία

**ΦΕΡΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ
MRI-ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗ
ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ
ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ**

BRAINANCE MD
Η νέα πλατφόρμα
της Advantis
Medical Imaging
στην μαγνητική
τομογραφία

**BIG DATA
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ**

ISSN 1108 - 7455 ΦΕΚ. 813/Β' / 9-5-2008

ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΥΛΛΟΓΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΡΑΔΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΠΤΥΧΙΟΥΧΩΝ ΤΕΙ (ΣΤΡΑΕΠΤ) ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕ ΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



Carestream

DRX Family of Detectors

Powerful. Digital. Reliable.

The Power Behind Digital Image Capture.

SMART IMAGING SOLUTIONS

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τους Ψηφιακούς Ανιχνευτές της οικογένειας προϊόντων DRX της Carestream επικοινωνήστε μαζί μας τηλεφωνικά στο 211 200 6200 ή στείλτε μας mail στο carestreamhellas@carestream.com. Θα χαρούμε να σας βοηθήσουμε!

Ημερίδα με θέμα τις

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΑΣΤΟΥ

28ⁿ ημέρα

09^{ος} μήνας

2019 χρονιά

Ώρα Έναρξης

09:00

Τόπος

Novotel Athens

Μιχαήλ Βόδα 4-6,

Στάση metro Μεταξουργείου

Χώρος

Συνεδριακή Αίθουσα ARMONIA

ΔΙΟΡΓΑΝΩΤΗΣ



ΜΕ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ



ΕΝΩΣΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΩΝ
ΜΑΣΤΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ

Πληροφορίες www.otae.gr

ΠΕΡΙ ΕΧΟΜΕΝΑ

EDITORIAL

→ 4

ΡΑΔΟΝΙΟ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ • ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

-Α.Π. ΣΤΕΦΑΝΟΓΙΑΝΝΗΣ-

→ 5-9

ΠΕΠΟΙΘΗΣΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΡΑΔΙΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ • ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗ (CPR)

-ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΣΑΛΟΥΚΙΔΗΣ, ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΖΑΡΑΚΟΒΙΤΗΣ,

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΜΙΧΟΠΟΥΛΟΥ, ΑΘΗΝΑ ΛΑΖΑΚΙΔΟΥ-

→ 10-14

ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΠΡΟΣΤΑΤΗ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.

-ΠΛΕΛΛΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, ΤΣΟΥΒΕΛΑΚΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ-

→ 15-24

BIG DATA ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ

- ΣΟΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ, ΧΡΥΣΑΦΙΤΟΥ ΚΥΡΙΑΚΗ-

→ 25-27

ΦΕΡΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ MRI-ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ

- ELEKTA -

→ 28-34

Η ΝΕΑ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΤΗΣ ADVANTIS MEDICAL IMAGING ΣΤΗΝ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ , BRAINANCE MD

- ARVANTIS MEDICAL IMAGING -

→ 35-37

10^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

→ 40-44

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ.

→ 45-48



ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΑΝΟΙΞΗ - ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 2019 • ΤΕΥΧΟΣ 32°

Εξαμηνιαία
Επιστημονική Έκδοση του
Συλλόγου Τεχνολόγων
Ραδιολόγων Ακτινολόγων
Ελλάδος Πτυχιούχων ΤΕΙ
(ΣΤΡΑΕΠΤ)
σε συνεργασία με
τον τομέα Ακτινολογίας
Ακτινοθεραπείας του
Πανεπιστημίου Δυτικής
Αττικής

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ:

ΣΤΡΑΕΠΤ: Σταδίου 39 - 4ος όροφος - Γρ. 5 - Αθήνα Τ.Κ. 105 59
site: www.otae.gr • τηλ.: 210 32 14 133

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: Τσακίρης Γ.

ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ: Γεωργιάδης Κ.

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΝΟΜΟ:

Συλλόγος Τεχνολόγων Ραδιολογίας – Ακτινολογίας Ελλάδος Πτυχιούχων ΤΕΙ

ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΑΡΘΡΩΝ ΣΤΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:

- ΣΤΡΑΕΠΤ: Σταδίου 39 - 4ος όροφος - Γρ. 5 - Αθήνα Τ.Κ. 105 59
- email: info@otae.gr

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ: Γεωργιάδης Κ.

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ ΣΥΝΤΑΞΗΣ: Μαλαματένιου Χ.

ΚΡΙΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΚΛΑΣΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ: Αδάμη Μ., Αρβανίτης Αθ., Γεωργιάδης Κ.,
Σούλης Π.

ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ • ΟΓΚΟΛΟΓΙΑ: Ιατράκης Γ., Κεφαλλωνίτου Δ., Νάζος Ι., Παπαβασιλείου Π.,
Πισσάκας Γ., Τσακίρης Γ., Πουλτσάκη Μ.

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ: Γώγου Λ., Γκάτζια Ν., Καραγγέλης Α., Νοτόπουλος Αθ., Θωμοπούλου Αγ.,
Ταχτατζή Νικ., Ψημίτης Α., Φωτόπουλος Α.

ΑΞΟΝΙΚΗ • ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ: Αργέντος Στ., Βέλλιου Κ.,

Γεράκης Γ., Γεωργιάδου Ε., Δούση Μ. Ιωαννίδης Γ., Κεχαγιάς
Δ., Λάβδας Ελ., Μαλαματένιου Χ., Μίχαλος Κ., Γιώτης Χρ.,
Μπαλανίκα Α., Μπέσιος Χρ., Γρουζη Ευτ., Ντζανης Επαμ.,
Μποντόζογλου Ν., Παπαγιαννακός Χ.
Μπούγιας Χ., Οικονομόπουλος Ν., Οικονόμου Γ.
Συργιανιώτης Β. Τσοκάνας Δ.,

ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ: Γεωργούτζος Β., Γκιάτας Α., Ζερβούδης Σ., Δρακουλίδου Στ

ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΑ: Μπαλτάς Χ., Μπιζήμη Β.

ΠΑΙΔΙΑΤΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ: Αλεξοπούλου Ε..

ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ: Αμπατζής Η., Μαλαγάρη Κ., Μπρούτζος Η., Χηνοφωτη Ι.

ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ - ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ: Αντωνάκος Ι. Μπάκας Α., Παππιάς Ε., Στεφανόγιαννης Α.,

EDITORIAL ↓

Τεχνητή Νοημοσύνη (T.N.) είναι η τεχνολογία ηλεκτρονικών υπολογιστών που εφαρμόζει αναλυτικές μεθόδους για να βοηθήσει στην ανίχνευση πιθανών, ή παθολογικών καταστάσεων στις εξετάσεις ιατρικής απεικόνισης .

Βασίζεται στη συνεχή εκπαίδευση αλλά και στην τελειοποίηση των μηχανών - αλγορίθμων κατόπιν εισαγωγής μεγάλων σειρών και εξαιρετικής ποιότητας δεδομένων .

Σήμερα, η τεχνολογία αυτή επιτρέπει να εξετάζονται μελέτες απεικόνισης για καταστάσεις οι οποίες μπορεί να είναι ακόμη ασυμπτωματικές,(ίσως αργότερα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οργανωμένα προγράμματα προληπτικού ελέγχου ασυμπτωματικού πληθυσμού).

Η διαχείριση της ροής των δεδομένων, τα μοντέλα των εξετάσεων, τα διαγνωστικά πρωτόκολλα, οι δυνατότητες συνεχιζόμενης εκπαίδευσης, είναι μερικές από τις πολλές εφαρμογές τις οποίες επίσης υποστηρίζει και προάγει ένα σύστημα T.N. Παράλληλα, τα συστήματα αυτά είναι απολύτως ικανά να βοηθήσουν στη διανομή του φόρτου εργασίας και στη διαχείριση της ιατρικής φροντίδας, με την αποτελεσματικότερη χρήση των οικονομικών αλλά και των ανθρώπινων πόρων που απαιτούνται.

Σήμερα, υπάρχουν κυριολεκτικά δεκάδες διαθέσιμες λύσεις λογισμικού με πολλές εφαρμογές , από την αναγνώριση εικόνων , την αναγνώριση φωνής, την μετάφραση την καταγραφή και ανάλυση δεδομένων και την αναγνώριση ευρημάτων, την δημιουργία διαγνωστικού περιεχομένου μέχρι και την εξειδικευμένη ανάλυση ιατρικής εικόνας.

Όλα τα παραπάνω στην ουσία απαιτούν αναγνώριση μοτίβων. Δηλαδή αν μια μηχανή κερδίζει στο σκάκι ,το κάνει μόνο για το περιορισμένο πεδίο που αφορά το συγκεκριμένο παιχνίδι. Δεν έχει την ευφυία (η ίδια μηχανή) να νικήσει και στη ντάμα , διότι απαιτούνται άλλου είδους κανόνες και εκπαίδευση. Είναι γεγονός βέβαια ότι η μηχανή μαθαίνει μόνη της και αυτός είναι ο λόγος που ο χρόνος εκμάθησης είναι πολύ μικρός και η «αντίληψή» εξελίσσεται πολύ γρήγορα. Η μηχανή μπορεί να κάνει εκατομμύρια προσομοιώσεις παίζοντας με αντίπαλο τον εαυτό της μέσα σε μερικές ώρες και αυτό αποτελεί και το μεγαλύτερο πλεονέκτημά της . Δεν παύει όμως ,αυτή η νοημοσύνη να περιορίζεται στο συγκεκριμένο πεδίο εκμάθησης

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι ένα μεγάλο μέρος της έρευνας στην T.N. στρέφεται σε λύσεις και μοντέλα που μπορούν να αιτιολογήσουν την απόφασή τους και να καταδείξουν πως κατέληξαν σε αυτήν. Επειδή ο τρόπος λήψης των αποφάσεων - αποτελεσμάτων δεν σχετίζεται καθόλου με τον ανθρώπινο τρόπο σκέψης και ως εκ τούτου αν δεν ξέρουμε πως σκέφτεται και πως καταλήγουν σε κάποιο συμπέρασμα, βρισκόμα-



ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Τεχνολόγος Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας,
Διευθυντής Σύνταξης

στε μπροστά σε ένα τεράστιο πρόβλημα για τις μελλοντικές αποφάσεις. Από αυτή την συνθήκη πηγάζει το συμπέρασμα της απαιτητής συνεργασίας ομάδων ανθρώπων και ομάδων ανθρώπων – μηχανών .

Ως εκ τούτου εκτιμώ ότι η T.N. ήρθε για να μείνει και τα εργαστήρια Ακτινολογίας που θα την εφαρμόσουν θα γίνουν πιο παραγωγικά, πιο συνεργατικά και σαφώς καλύτερα και αποτελεσματικότερα στην εκπόνηση προγραμμάτων ολοκληρωμένης φροντίδας απεικόνισης. Εννοείται πως τα συστήματα αυτά δεν θα σηματοδοτήσουν το τέλος της ειδικότητας της Ακτινολογίας και της Ακτινοτεχνολογίας .

Αντιθέτως , εκτιμώ πως θα αποτελέσουν την απαρχή μια νέας εποχής στις προαναφερόμενες επαγγελματικές ειδικότητες .

Πιστεύω πως οι «ευφυείς μηχανές» θα διευκολύνουν την καθημερινότητα των Ιατρών Ακτινολόγων και των Τεχνολόγων Ακτινολόγων προς όφελος των εξεταζομένων, γεφυρώνοντας απόλυτα την εμπειρία και τη γνώση με την αναζήτηση σε ψηφιακές βάσεις δεδομένων, μη παραβλέποντας ωστόσο τις αρχές της Βιοηθικής.

Είναι δεδομένο πλέον ότι οι Τεχνολόγοι Ακτινολόγοι ως επαγγελματική ομάδα επιβάλλεται να αποκτούμε ολοένα και περισσότερες ψηφιακές δεξιότητες , κάτι απολύτως απαραίτητο σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον που γίνεται ολοένα και πιο ψηφιακό.

Θεωρώ λοιπόν ως απαραίτητη συνθήκη την έκφραση της ψηφιοποίησης του επαγγελματικού μας περιβάλλοντος και στο πρόγραμμα σπουδών μας στο ΠΑ.Δ.Α. αλλά και στα επαγγελματικά μας δικαιώματα.

Επιβάλλεται να ενισχύσουμε τις γνώσεις και δεξιότητές μας με βάση την πραγματικότητα που ζούμε και ας δούμε το μέλλον όχι ουτοπικά αλλά ρεαλιστικά.

ΡΑΔΟΝΙΟ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ • ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Ο καρκίνος του πνεύμονα αποτελεί μορφή καρκίνου με υψηλή συχνότητα εμφάνισης και θνησιμότητας τόσο στους άντρες όσο και στις γυναίκες. Σημαντικότερο περιβαλλοντικό κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του πνεύμονα (υπ' αριθμόν 1 για μη καπνιστές) αποτελεί το ραδιενεργό αέριο ραδόνιο. Έχουν διενεργηθεί σε παγκόσμια κλίμακα περί τις 22 μελέτες ευρείας κλίμακας, προς εξέταση των συνεπειών της έκθεσης σε ραδόνιο στην ανθρώπινη υγεία. Ενδεχόμενη αύξηση της ραδιενεργού συγκεντρώσεως ραδονίου κατά 100 Bq/m³ έχει συσχετιστεί με πλεονάζουσα σχετική επικινδυνότητα εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα. Η συγκέντρωση ραδονίου αναφοράς του WHO έχει οριστεί στα 100 Bq/m³ (ή 2.7 pCi/l), ενώ το επίπεδο δράσης της EPA έχει τοποθετηθεί στα 148 Bq/m³ (ή 4 pCi/l). Τέλος, σημειώνεται η ύπαρξη θεραπευτικών ιατρικών πρακτικών Εργαστηρίων Πυρηνικής

Α.Π. ΣΤΕΦΑΝΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΓΕΝΙΚΟ
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ "ΜΑΤΤΙΚΟΝ",
ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

Ιατρικής κατά τις οποίες εκπέμπεται, διά της εκπνοής χορηγηθέντων ασθενών, ραδόνιο σε υψηλές τιμές ραδιενεργού συγκεντρώσεως (~2 MBq/m³). Η υψηλή θνησιμότητα λόγω εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα μπορεί να μειωθεί μέσω συστηματικής ενημέρωσης του κοινού για τη σχετική επικινδυνότητα, πέραν του καπνίσματος, και της διαβίωσης-εργασίας σε χώρους με υψηλές τιμές συγκεντρώσεως ραδονίου.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο καρκίνος του πνεύμονα αποτελεί μια μορφή καρκίνου με υψηλή συχνότητα τόσο εμφάνισης όσο και θνησιμότητας σε άντρες και γυναίκες. Το ποσοστό 5ετούς επιβίωσης σε περιπτώσεις διάγνωσης της συγκεκριμένης νόσου δεν υπερβαίνει το 25%, αναλόγως δημοσιευθείσας μελέτης. Η χαμηλή τιμή του ποσοστού 5ετούς επιβίωσης οφείλεται στο γεγονός ότι, όταν ο καρκίνος του πνεύμονα διαγνωστεί, σε ένα ποσοστό περιπτώσεων της τάξεως του ~79% δεν είναι πλέον εντοπισμένος. Στο ~57% των περιπτώσεων υπάρχουν ήδη μεταστάσεις, ενώ στο ~22% των περιπτώσεων υπάρχει εξάπλωση στους λεμφαδένες. Τα στοιχεία αυτά καθιστούν την αποτελεσματική διαχείριση των νοσούντων από καρκίνο του πνεύμονα ασθενών μια

σημαντική πρόκληση.

Κύρια αιτία πρόκλησης καρκίνου του πνεύμονα αποτελεί το κάπνισμα. Προσεγγιστικά, ένα ποσοστό θανάτων λόγω καρκίνου του πνεύμονα που αγγίζει το 80% τεκμηριωμένα αφορά σε καπνιστές. Ωστόσο, υπάρχει τεκμηριωμένη θνησιμότητα εξαιτίας της συγκεκριμένης νόσου και στην πληθυσμιακή ομάδα των μη καπνιστών, στοιχείο το οποίο έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για τον εντοπισμό λοιπών παραγόντων επικινδυνότητας. Αποτέλεσμα αυτής της επιστημονικής αναζήτησης αποτέλεσε η διαπίστωση ότι το ραδόνιο αποτελεί το σημαντικότερο περιβαλλοντικό κίνδυνο για το σύνολο του πληθυσμού και τον υπ' αριθμόν 1 κίνδυνο για την πληθυσμιακή ομάδα των μη καπνιστών.

Λέξεις κλειδιά:

ραδόνιο, καρκίνος πνεύμονα, κάπνισμα, ραδιοουκλιδικές θεραπείες, screening.

Key words

radon, lung cancer, smoking, radionuclide therapy, screening.

2. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΡΑΔΟΝΙΟ

Το ραδόνιο είναι ραδιενεργό αέριο, προερχόμενο από την αλυσίδα ραδιενεργού διασπάσεως του ουρανίου (ουράνιο – ράδιο – ραδόνιο – πολώνιο). Εκλύεται στη φύση μέσω των γήινων πετρωμάτων και εμφανίζει κάποιες ιδιότητες που το καθιστούν επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Πρόκειται για αέριο αόρατο, άοσμο, άγευστο και εν γένει μη αντιληπτό με τις ανθρώπινες αισθήσεις. Η συγκέντρωση του ραδονίου παρουσιάζει αυξημένες τιμές σε εσωτερικούς χώρους έναντι των εξωτερικών και ιδιαίτερος στο επίπεδο υπογείων και ισογείων. Βασικότεροι δίοδοι διέλευσης του ραδονίου σε κτιριακές εγκαταστάσεις είναι το ίδιο το έδαφος, λόγω διαπερατότητας, οι ρωγμές της κτιριακής κατασκευής, τα κενά πέριξ των σωληνώσεων, καθώς επίσης και το νερό των πηγαδιών.

3. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΟΥ ΡΑΔΟΝΙΟΥ ΜΕ ΚΑΡΚΙΝΟΓΕΝΕΣΗ

3.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή

Οι κίνδυνοι που εγκυμονούνται για την ανθρώπινη υγεία λόγω υψηλών τιμών συγκέντρωσης ραδονίου απετέλεσαν αντικείμενο μελέτης της επιστημονικής κοινότητας εδώ και αιώνες. Ήδη από το 1770, ο Carl Lebrecht Scheffler ηγήθηκε της προσπάθειας μελέτης της υγείας των εργαζομένων σε ορυχεία της Αυστρίας, δηλαδή σε εργασιακό χώρο με υψηλές τιμές συγκέντρωσης ραδονίου. Το πόρισμα αυτής της μελέτης κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η έκθεση σε υψηλά επίπεδα ραδονίου ευθύνεται για την πρόκληση καρκινογένεσης.

Η μελέτη των επιπτώσεων της έκθεσης του ραδονίου στην ανθρώπινη υγεία εξακολούθησε να αποτελεί πεδίο συστηματικής ερευνητικής δραστηριότητας για τις δεκαετίες που ακολούθησαν. Ως επιστέγασμα των ερευνητικών αυτών προσπαθειών, η Διεθνής Επιτροπή για την Έρευνα κατά του Καρκίνου (International Agency for Research on Cancer) συμπεριέλαβε το 1988 το ραδόνιο στους τεκμηριωμένους παράγοντες καρκινογένεσης.

Lung cancer is associated with high levels of incidence and mortality both in men and women.

The radioactive radon gas constitutes the most important environmental risk for lung cancer development for the whole population, also being no. 1 risk for non-smokers.

22 large-scale studies have been carried out worldwide, aiming to examine the consequences of radon exposure to human health. Increasing residential radon exposure by 100 Bq/m³ has been correlated with an excess relative risk of lung cancer development.

WHO has set the reference radon concentration at 100 Bq/m³ (or 2.7 pCi/l), whereas the action level of EPA has been set at 148 Bq/m³ (or 4 pCi/l). Finally, radionuclide therapies being conducted in Nuclear Medicine Departments are present, during which high levels of radon concentration are generated in the course of patients' exhalation (~2 MBq/m³).

The significant mortality due to lung cancer is possible to decrease by increasing public awareness about the role of living-working in places with increased values of radon concentration, in addition to the well-known and widely accepted role of smoking.

3.2 Μηχανισμός πρόκλησης καρκινογένεσης λόγω έκθεσης σε ραδόνιο

Κύριο αίτιο πρόκλησης καρκινογένεσης δεν αποτελεί το ίδιο το ραδόνιο, αλλά τα προϊόντα της ραδιενεργού διασπάσεώς του, Po-214 και Po-218. Τα συγκεκριμένα ισότοπα παρά τον πολύ μικρό φυσικό χρόνο ημιζωής τους (της τάξεως μερικών μόλις λεπτών) εμφανίζουν δύο βασικά χαρακτηριστικά, τα οποία τα καθιστούν επικίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Πρώτον, πρόκειται για στοιχεία μη αδρανή, τα οποία εντός των πνευμόνων προσκολλώνται σε αιωρούμενα σωματίδια και, εν συνεχεία, στο πνευμονικό επιθήλιο. Δεύτερον, τα συγκεκριμένα ισότοπα αποτελούν α-εκπομπούς υψηλής LET. Ως εκ τούτου, η ενέργειά τους εναποτίθεται τοπικά στις πνευμονικές κυψελίδες, οδηγώντας στην πρόκληση μονών και διπλών διασπάσεων της αλυσίδας του DNA.

Από δοσιμετρικής απόψεως, η μακροσκοπική μελέτη της ακτινικής επιβάρυνσης των πνευμόνων εν τω όλω ενδέχεται να οδηγήσει σε υποεκτίμηση του συνεπαγόμενου ακτινικού κινδύνου. Ωστόσο, θα πρέπει να συνεκτιμάται το γεγονός ότι υπάρχει σημαντική ετερογένεια ως προς την κατανομή της δόσης των πνευμονικών κυψελίδων λόγω έκθεσης στο ραδόνιο και τα παράγωγά του. Υπάρχουν κυψελίδες εντός των πνευμόνων, στις οποίες η δόση προσεγγίζει τοπικά τα επίπεδα του Gy. Οι κυψελίδες αυτές αποτελούν εστίες υψηλού κινδύνου προκλήσεως καρκινογένεσης.

3.3 Μελέτες συσχέτισης υψηλών τιμών συγκέντρωσης ραδονίου - καρκινογένεσης

Υπάρχουν 4 κατηγορίες μελετών συσχέτισης έκθεσης σε υψηλά επίπεδα ραδονίου και καρκινογένεσης: οι εργαστηριακές μελέτες, οι μελέτες σε πειραματόζωα, οι αναδρομικές επιδημιολογικές μελέτες σε εργαζόμενους ορυχείων και οι case-control επιδημιολογικές μελέτες που αφορούν σε ευρείες πληθυσμιακές ομάδες.

Συμπεράσματα εργαστηριακών μελετών

↓ Πίνακας 1. Εκτίμηση ετήσιας θνησιμότητας στις ΗΠΑ για κάποια από τα κύρια αίτια θανάτου στις ΗΠΑ κατά το τρέχον έτος, 2018.

ΑΙΤΙΑ ΘΑΝΑΤΟΥ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΙΣ ΗΠΑ (2018)
1η. Καρκίνος πνεύμονα	154000
4η. Καρκίνος μαστού	41000
6η. Καρκίνος προστάτη	29000
8η. Non-Hodgkin λέμφωμα	21000
ΡΑΔΟΝΙΟ	21000
12η. Καρκίνος ωοθηκών	14000

Οι μελέτες αυτές διεπίστωσαν την πρόκληση μονών και διπλών διασπάσεων της αλυσίδας DNA, λόγω ακτινοβόλησης από τα ισότοπα Po-214 και Po-218.

• Συμπεράσματα μελετών σε πειραματόζωα

Μέσω των μελετών αυτών αποδείχθηκε η συσχέτιση της εκθέσεως σε υψηλά επίπεδα ραδονίου και της πρόκλησης καρκίνου του πνεύμονα.

• Συμπεράσματα αναδρομικών επιδημιολογικών μελετών - εργαζόμενοι σε ορυχεία

Κατά τα τελευταία 50 έτη έχουν ολοκληρωθεί 15 επιδημιολογικές μελέτες της συγκεκριμένης στόχευσης ανά την υφήλιο (σε ΗΠΑ, Καναδά, Αυστραλία, Κίνα και Ευρώπη). Δείγμα των μελετών αποτελέσαν 68000 εργαζόμενοι σε ορυχεία. Αποδείχθηκε η πρόκληση καρκινογένεσης λόγω έκθεσης σε υψηλές τιμές συγκέντρωσης ραδονίου, ενώ η τιμή της σχετικής λανθάνουσας περιόδου προσδιορίστηκε στα 5 έτη. Επιπρόσθετα, η Επιτροπή Βιολογικών Συνεπειών Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας (Biological Effects Ionizing Radiation – BEIR Committee) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, εκ των θανάτων των εργαζομένων, ένα ποσοστό της τάξεως του 39% (για τους καπνιστές) και του 73% (για τους μη καπνιστές) οφείλεται στην έκθεση σε ραδόνιο.

• Συμπεράσματα case-control επιδημιολογικών μελετών - ευρύ κοινό

Έχουν υλοποιηθεί 22 μελέτες ευρείας κλίμακας, που αφορούν στο σύνολο του

πληθυσμού και όχι σε κάποια συγκεκριμένη επαγγελματική ομάδα. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα αυτών των μελετών, αύξηση της τιμής συγκέντρωσης του ραδονίου κατά 100 Bq/m³ συνεπάγεται πλεονάζουσα σχετική επικινδυνότητα εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα. Η πλεονάζουσα αυτή επικινδυνότητα έχει προσδιοριστεί στο +11% (σε μελέτες των ΗΠΑ-Καναδά), στο +16% (σε μελέτες εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης) και στο +33% (σε μελέτες που υλοποιήθηκαν στην Κίνα).

4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΡΑΔΟΝΙΟ

Ο Πίνακας 1 περιλαμβάνει ορισμένα από τα κύρια αίτια θανάτου, καθώς επίσης και την εκτίμηση ετήσιας θνησιμότητας στις ΗΠΑ κατά το τρέχον έτος, 2018. Παρατηρείται ότι το ραδόνιο αποτελεί την αιτία 8ης μεγαλύτερης θνησιμότητας στις ΗΠΑ (ενώ παράλληλα αποτελεί τον υπ' αριθμόν 1 περιβαλλοντικό κίνδυνο καρκινογένεσης). Η ετήσια θνησιμότητα στις ΗΠΑ λόγω έκθεσης σε ραδόνιο εκτιμάται κατά το τρέχον έτος στις 21000 θανάτους. Η τιμή αυτή υπερβαίνει την αντίστοιχη λόγω καρκίνου ωοθηκών, είναι ίση με τη θνησιμότητα λόγω Non-Hodgkin λεμφώματος και αποτελεί το ήμισυ της θνησιμότητας λόγω καρκίνου του μαστού. Επιπλέον, το επίπεδο ετήσιας θνησιμότητας λόγω ραδονίου στις ΗΠΑ ταυτίζεται με τον πληθυσμό μιας πόλης του μεγέθους της Σπάρτης (19000 κάτοικοι), της Πρέβεζας (19000 κάτοικοι), της Λιβαδειάς (21000 κάτοικοι) ή της Άρτας (22000 κάτοικοι), πλη-

θυσμός ο οποίος αποβιώνει στις ΗΠΑ ετησίως λόγω έκθεσης σε υψηλές τιμές συγκέντρωσης ραδονίου. Καθίστανται, επομένως, αντιληπτοί οι λόγοι της στόχευσης της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας στην αποτελεσματική αντιμετώπιση του εν λόγω ζητήματος.

Ο Πίνακας 2 περιλαμβάνει στοιχεία αναφορικά με την επικινδυνότητα εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα λόγω έκθεσης σε ραδόνιο σε οικίες. Καταγράφονται τυπικές τιμές συγκέντρωσης ραδονίου (μετρούμενες είτε σε pCi/l είτε σε Bq/m³), καθώς επίσης και η σχετική επικινδυνότητα για μη καπνιστές και για καπνιστές. Ως μη καπνιστές λαμβάνονται άτομα τα οποία δεν έχουν καπνίσει περισσότερα από 100 τσιγάρα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους. Παρατηρείται ότι, αυξανόμενης της τιμής συγκέντρωσης ραδονίου, αυξάνεται η επικινδυνότητα τόσο για τους μη καπνιστές όσο και για τους καπνιστές. Ωστόσο, ο ρυθμός αύξησης της επικινδυνότητας είναι ομαλός για τους μη καπνιστές, αλλά ραγδαίος για την ομάδα των καπνιστών. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την πολυπλοκότητα των μηχανισμών πρόκλησης καρκινογένεσης, αλλά και τη συνέργεια των επιβαρυντικών παραγόντων καπνίσματος και ραδονίου.

5. ΟΡΙΑ ΑΝΟΧΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΡΑΔΟΝΙΟΥ - ΟΙΚΙΕΣ

Θα πρέπει καταρχάς να διευκρινιστεί ότι δεν υπάρχουν όρια ασφαλείας, αλλά όρια ανοχής στα επίπεδα συγκέντρωσης ραδονίου. Εν ολίγοις, δεν υπάρχει κάποια τιμή συγκέντρωσης ραδονίου,

↓ Πίνακας 2. Επικινδυνότητα εμφάνισης καρκίνου πνεύμονα λόγω έκθεσης σε ραδόνιο (οικίες). Ως μη καπνιστές λαμβάνονται άτομα τα οποία δεν έχουν καπνίσει περισσότερα από 100 τσιγάρα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους.

ΣΥΓΚ. RN (PCI/L)	ΣΥΓΚ. RN (BQ/M3)	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ – ΜΗ ΚΑΠΝΙΣΤΕΣ (%)	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ – ΚΑΠΝΙΣΤΕΣ (%)
1.25	46	0.2	2.0
2	74	0.4	3.2
4	148	0.7	6.2
10	370	1.8	15.0

η οποία να θεωρείται απολύτως ακίνδυνη για τον ανθρώπινο οργανισμό. Μολαταύτα, ακολουθώντας τη λογική των ορίων δόσεων του ισχύοντος Κανονισμού Ακτινοπροστασίας, έχουν οριστεί από φορείς τιμές συγκέντρωσης ραδονίου -οι οποίες αντιστοιχούν σε αποδεκτά επίπεδα κινδύνου- ως όρια ανοχής. Τυπικές τέτοιες τιμές καταγράφονται στον Πίνακα 3 για τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization – WHO) και την Επιτροπή Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ (Environmental Protection Agency – EPA). Λόγου χάριν, για τιμή συγκέντρωσης ραδονίου ίση με 148 Bq/m³ (τιμή η οποία αποτελεί το επίπεδο δράσης της EPA), η επικινδυνότητα εμφάνισης καρκίνου πνεύμονα λόγω έκθεσης σε ραδόνιο είναι 0.7% για τους μη καπνιστές και 6.2% για τους καπνιστές.

6. ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Μέχρι στιγμής έχει γίνει αναφορά περιβαλλοντικών παραγόντων που ενδέχεται να οδηγήσουν σε αυξημένες τιμές συγκέντρωσης ραδονίου. Υπάρχουν, ωστόσο, και ιατρικές πρακτικές οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε ανάλογο αποτέλεσμα. Χαρακτηριστική περίπτωση τέτοιας ιατρικής πρακτικής αποτελεί η ραδιονουκλιδική θεραπεία οστικών μεταστάσεων λόγω καρκίνου προστάτη με χορήγηση Ra-223 σε Εργαστήρια Πυρηνικής Ιατρικής. Κατά τη συγκεκριμένη θεραπεία, κατόπιν αργής χορηγήσεως του ραδιοφαρμάκου, πραγματοποιείται εκπνοή ραδονίου από το χορηγηθέντα ασθενή. Η συγκέντρωση ραδονίου πέριξ του ασθενούς λαμβάνει εξαιρετικά

υψηλές τιμές, της τάξεως των ~2MBq/m³. Η τιμή αυτή είναι ~ 10000 φορές ή 4 τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από τα προαναφερθέντα όρια ανοχής συγκέντρωσης ραδονίου για οικίες. Ως εκ τούτου, η συγκεκριμένη παράμετρος θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν κατά το σχεδιασμό ενεργειών για τη διασφάλιση συνθηκών ακτινοπροστασίας σε Εργαστήρια όπου έχει υιοθετηθεί –ή σχεδιάζεται να υιοθετηθεί– η συγκεκριμένη ιατρική πρακτική.

7. ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΡΑΔΟΝΙΟΥ

7.1 Ποιος - πως

Η μέτρηση της συγκέντρωσης ραδονίου μπορεί να πραγματοποιηθεί από επίσημους φορείς (όπως στη χώρα μας η ΕΕΑΕ) ή εταιρείες με το συγκεκριμένο πεδίο δράσης. Σε κάθε περίπτωση, απαιτείται ως απαραίτητος εξοπλισμός η ύπαρξη μετρητή ακτινοβολίας χώρου, κατάλληλα βαθμονομημένου για το είδος ακτινοβολίας και την ενέργεια του ραδονίου.

7.2 Πότε

Σύμφωνα με την EPA, συστήνεται η μέτρηση του ραδονίου σε οικίες κάθε 5 έτη. Θα πρέπει να πραγματοποιείται μέτρηση του χώρου με τα συστήματα θέρμανσης-ψύξης τόσο εντός όσο και εκτός λειτουργίας. Οι μετρήσεις αυτές θα πρέπει να επαναλαμβάνονται ακόμη και πριν την πάροδο του διαστήματος των 5 ετών, εφόσον λαμβάνουν χώρα εκτεταμένες ανακαινίσεις ή μετατροπές των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης.

7.3 Όρια ανοχής

Τα όρια ανοχής καταγράφονται στον Πίνακα 3. Στις ΗΠΑ, ωστόσο, ακολουθώντας τη λογική των περιοριστικών επιπέδων δόσης (ΠΕΔ) του ισχύοντος Κανονισμού Ακτινοπροστασίας, η EPA συστήνει να υπάρχει μέριμνα ώστε η τιμή συγκέντρωσης ραδονίου να τηρείται στο ήμισυ του ορίου ανοχής (στα 74 Bq/m³ ή 2 pCi/l). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στις ΗΠΑ η μέση τιμή της συγκέντρωσης ραδονίου εντός οικιών είναι 48 Bq/m³, ενώ η αντίστοιχη μέση συγκέντρωση εκτός οικιών είναι 15 Bq/m³. Στόχο της EPA αποτελεί η εξίσωση της μέσης συγκέντρωσης ραδονίου εντός οικιών με την αντίστοιχη μέση τιμή εκτός οικιών, διασφαλίζοντας ότι σε κάθε περίπτωση η συγκέντρωση εντός οικιών θα διατηρείται σε επίπεδα μικρότερα των 74 Bq/m³.

8. ΜΕΤΡΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΡΑΔΟΝΙΟΥ

Η ύπαρξη σχετικής πρόβλεψης κατά την αρχική μελέτη αποτελεί την επιστημονικά ορθότερη, τεχνικά αρτιότερη και οικονομικά πλέον συμφέρουσα προσέγγιση για την αντιμετώπιση του ζητήματος ραδονίου. Ωστόσο, είναι ενδεχόμενη η ανάγκη παρέμβασης σε ήδη υπάρχουσες κτιριακές εγκαταστάσεις. Στις περιπτώσεις αυτές, ιδιαίτερα δημοφιλής είναι η εγκατάσταση υποδαπέδιου συστήματος αερισμού (τεχνική Active Soil Depressurization System). Μέσω αυτής της τεχνικής προσέγγισης, πραγματοποιείται ρύθμιση της πιέσεως υποδαπέδια, προκειμένου να αναχαιτιστεί η εισροή ραδονίου εντός του

↓ Πίνακας 3. Όρια ανοχής τιμών συγκέντρωσης ραδονίου του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO) και της Επιτροπής Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ (Environmental Protection Agency –EPA).

ΦΟΡΕΑΣ	ΟΡΙΟ ΑΝΟΧΗΣ (BQ/M3)	ΟΡΙΟ ΑΝΟΧΗΣ (PCI/L)
WHO	100	2.7
EPA	148	4

κτιρίου λόγω διαφοράς πίεσεως μεταξύ του υπεδάφους και του εσωτερικού του κτιρίου.

Επιπροσθέτως των προαναφερθέντων, θα πρέπει να υπάρχει συστηματική ιατρική παρακολούθηση πληθυσμιακών ομάδων, οι οποίες θεωρούνται υψηλού κινδύνου για την ανάπτυξη καρκίνου του πνεύμονα. Ως τέτοιες λαμβάνονται τα μέλη του κοινού για τα οποία συνυπάρχουν οι επιβαρυντικοί παράγοντες του καπνίσματος και της διαβίωσης σε οικίες με υψηλή τιμή συγκέντρωσης ραδονίου. Για παράδειγμα, στις ΗΠΑ υπάρχει σύσταση για ετήσιο screening με αξονική τομογραφία χαμηλής δόσης (Low Dose CT – LDCT) για την πληθυσμιακή ομάδα καπνιστών ηλικίας 50 ετών, οι οποίοι καπνίζουν 1 πακέτο τσιγάρα ημερησίως κατά το διάστημα της τελευταίας 20ετίας και καταγεγραμμένα διαβιούν σε συνθήκες υψηλής συγκέντρωσης ραδονίου.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, είναι απολύτως αναγκαία η εν τω βάθει μελέτη του ζητήματος από τους επαγγελματίες υγείας, προκειμένου να υπάρξει επιστημονικά άρτια και χρονικά έγκαιρη ενημέρωση του κοινού. Είναι απαραίτητη η λήψη σχετικών μέτρων πρόβλεψης σε υπό κατασκευή κτιριακές εγκαταστάσεις, καθώς επίσης και η ενσωμάτωση διατάξεων σχετικών με τη συγκέντρωση ραδονίου κατά την αναβάθμιση του κατασκευαστικού κώδικα κτιρίων. Επιπλέον, είναι αναγκαία η μέτρηση και όπου δει παρέμβαση σε ήδη υπάρχουσες κτιριακές εγκαταστάσεις, όχι μόνο σε κατοικίες, αλλά και σε εκπαιδευτικά κέντρα και χώρους εργασίας. Τέλος, θα πρέπει να υιοθετηθούν διαδικασίες screening σε πληθυσμιακές ομάδες, οι οποίες θεωρούνται υψηλού κινδύνου για την ανάπτυξη καρκίνου του πνεύμονα, λαμβάνοντας υπ' όψιν την ενδεχόμενη διαβίωση ή εργασία σε χώρους με υψηλές τιμές συγκέντρωσης ραδονίου.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. IAEA Safety Standards, Specific Safety Guide No. SSG-32 "Protection of the public against exposure indoors due to radon and other natural sources of radiation" (2015).
2. WHO handbook on indoor radon: a public health perspective (2009).
3. <https://www.iaea.org/resources/webinar/communication-and-advocacy-through-real-estate>, link: "Safe at home: preventing lung cancer by reducing radon in the home (North Carolina Health and Human Services)".
4. IAEA Safety Reports Series No. 33 "Radiation protection against radon in workplaces other than mines" (2003).
5. and other workplaces" Radiat Prot Dosimetry. 2012 Apr;149(2):207-10.
9. Beck T R. "Risks and radiation doses due to residential radon in Germany" Radiat Prot Dosimetry. 2017 Aug 1;175(4):466-472.
10. Ajrouche R, Ielsch G, Clero E et al. "Quantitative Health Risk Assessment of Indoor Radon: A Systematic Review" Radiat Prot Dosimetry. 2017 Nov 1;177(1-2):69-77.
11. Gonzalez S C, Gomez D R, Merino I F et al. "A simple national intercomparison of radon in water" Radiat Prot Dosimetry. 2018 Nov 1;181(4):343-349.
12. Zunic Z S, Bossew P, Veselinovic N et al. "The indoor radon survey in Serbian schools: can it reflect also the general population exposure?" Nukleonika 2010;55(4):419 – 427.
13. Zhukovsky M, Vasilyev A, Onishchenko A, Yarmoshenko I. "Review of indoor radon concentrations in schools and kindergartens" Radiat Prot Dosimetry. 2018 Sep 1;181(1):6-10.
14. Azara A, Dettori M, Castiglia P et al. "Indoor Radon Exposure in Italian Schools" Int J Environ Res Public Health. 2018 Apr 13;15(4).
15. <https://eeae.gr>, link: «Aktivnoprostaia/Metpρrseis paδoniuou».
5. Liepe K, Shinto A. "From palliative therapy to prolongation of survival: 223RnCl2 in the treatment of bone metastases" Ther Adv Med Oncol. 2016, vol 8(4), 294-304.
6. Madas B G. "Radon Exposure and the Definition of Low Doses-The Problem of Spatial Dose Distribution" Health Phys. 2016 Jul;111(1):47-51.
7. Clouvas A, Leontaris F, Xanthos S, Alifragis D. "Radon migration in soil and its relation to terrestrial gamma radiation in different locations of the Greek early warning system network" Radiat Prot Dosimetry. 2017 Jun 1;175(1):124-133.
8. Clouvas A, Xanthos S. "A comparison study between radon concentration in schools

ΠΕΠΟΙΘΗΣΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΡΑΔΙΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ • ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗ (CPR)

Η αύξηση των θανάτων με αιτιολογία τα μη μεταδιδόμενα νοσήματα είναι γεγονός. Η Καρδιοαναπνευστική ανακοπή αποτελεί μια υποκατηγορία των μη μεταδιδόμενων νοσημάτων. Η ταχεία αναγνώριση και αντιμετώπιση από εκπαιδευμένους ανανήπτες είναι ουσιαστικής σημασίας για την επιβίωση των θυμάτων. Η εκπαίδευση είναι βασικό στοιχείο για να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις που θα αυξήσουν τα ποσοστά επιβίωσης των θυμάτων ανακοπής. Ένα βασικό ερώτημα που τίθεται είναι κατά πόσο οι επαγγελματίες υγείας επιλέγουν εναλ-

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΣΑΛΟΥΚΙΔΗΣ¹, ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΖΑΡΑΚΟΒΙΤΗΣ¹, ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΜΙΧΟΠΟΥΛΟΥ², ΑΘΗΝΑ ΛΑΖΑΚΙΔΟΥ¹

¹ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ, ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΓΕΙΑΣ, ΤΡΙΠΟΛΗ

² ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ, ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ, ΣΠΑΡΤΗ

λακτικές μεθόδους εκπαίδευσης στην καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση (CPR) και κατά πόσο κάνουν χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των αναγκών και των πεποιθήσεων των τεχνολόγων Ραδιολογίας - Ακτινοθεραπείας όσον αφορά τον τρόπο εκπαίδευσης στην Καρδιοαναπνευστική Αναζωογόνηση.



Λέξεις κλειδιά:

Καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση, Ραδιολόγος, Ακτινολόγος, Εκπαιδευτικά προγράμματα, Εκπαίδευση

Key words

Cardiopulmonary Resuscitation, Radiographers, Educational Programmes, Training

Το ποσοστό θνητότητας από καρδιακή ανακοπή, η οποία λαμβάνει χώρα σε εξωνοσοκομειακό χώρο, φτάνει το 92%, ενώ το 82% των ανακοπών συμβαίνουν στο σπίτι [1]. Στην Ευρώπη τα περιστατικά καρδιακών ανακοπών υπολογίζονται στα 5 – 113 ανά 100.000 κατοίκους κατά έτος [2]. Είναι σαφές πως η ταχεία εφαρμογή της καρδιοπνευμονικής ανάνηψης είναι μείζονος σημασίας [3]. Κάθε λεπτό καθυστέρησης στην έναρξη εφαρμογής Καρδιοπνευμονικής Αναζωογόνησης συνδέεται με μείωση της επιβίωσης κατά 8-10% [3], [4]. Η πιστοποιημένη γνώση και η σωστή ακολουθία του αλγορίθμου αποτελεί βασικό στοιχείο για την επιτυχή Αναζωογόνηση [5]. Η πρακτική μέχρι σήμερα δίνει τη δυνατότητα απόκρισης γνώσεων στην αντιμετώπιση των περι-

στατικών Καρδιοαναπνευστικής Ανακοπής με την παραδοσιακή, δια ζώσης μέθοδο εκπαίδευσης [6], όπως αυτή αποτυπώνεται με ακρίβεια και στον τρόπο λήψης της πιστοποίησης από τον επίσημο ευρωπαϊκό φορέα ERC (European Resuscitation Council) [7]. Η ηλεκτρονική μάθηση και εκπαίδευση στην Καρδιοπνευμονική Αναζωογόνηση θεωρείται πλέον συμβατή μέθοδος εκπαίδευσης και έχει προταθεί και ως εναλλακτική μέθοδος για την απόκτηση γνώσεων μέσα από διαδραστικά προγράμματα εκπαίδευσης [8], [9].

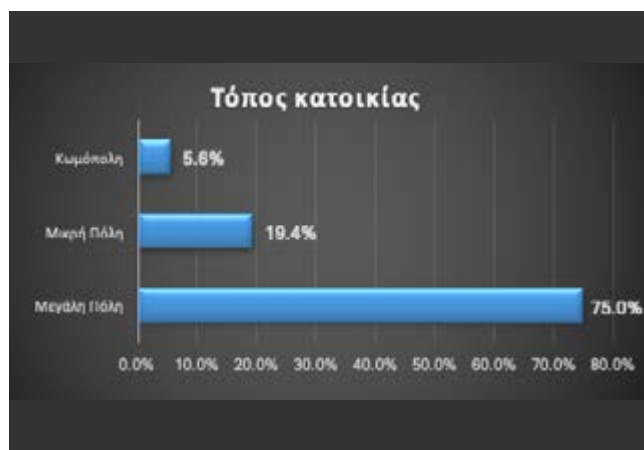
ΜΕΘΟΔΟΣ

Πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα που συμπεριλάμβανε τυχαίο δείγμα ραδιολόγων ακτινολόγων. Η μελέτη διεξήχθη με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ερωτηματο-

Πεποιθήσεις Τεχνολόγων Ραδιολογίας Ακτινολογίας • Ακτινοθεραπείας σχετικά με την Εκπαίδευση στην Καρδιοαναπνευστική Αναζωογόνηση (CPR)



↑Εικόνα 1: Ηλικιακή κατανομή των ερωτηθέντων Τεχνολόγων



↑Εικόνα 2: Τόπος κατοικίας των ερωτηθέντων Τεχνολόγων

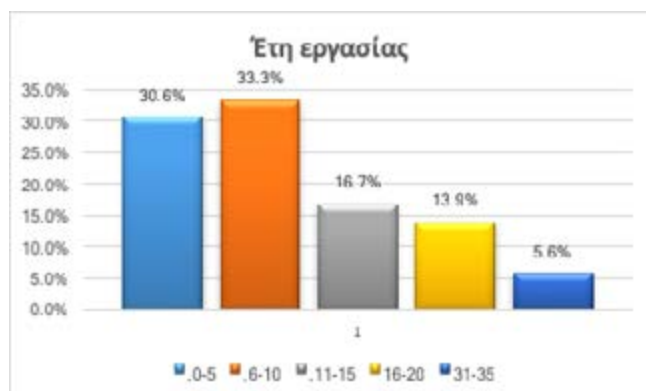
λογίου που αναρτήθηκε στον ιστότοπο της Ομοσπονδίας Τεχνολόγων Ακτινολόγων Ελλάδας (ΟΤΑΕΔ) (www.otae.gr). Η συλλογή των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε από το Φεβρουάριο 2016 έως και τον Ιούλιο 2016. Η μελέτη αυτή αποτελεί κομμάτι μιας ευρύτερης έρευνας, με θέμα τις πεποιθήσεις των επαγγελματιών υγείας σχετικά με τη Βασική Υποστήριξη της Ζωής και την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση (BLS / e-Learning). Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε μέσω της εφαρμογής Google Forms. Αποτελείται από 31 ερωτήσεις κλειστού και ημίκλειστου τύπου. Οι παράμετροι που διερευνήθηκαν είναι η κατάρτιση των τεχνολόγων, η ευαισθητοποίηση τους σε σχέση με το είδος των εκπαιδευτικών προγραμμάτων και η εξοικείωσή τους στη χρήση των νέων τεχνολογιών. Επίσης, καταγράφηκαν δημογραφικά και κοινωνικοοικονομικά δεδομένα. Ερωτηματολόγια με την ίδια διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή χωρίς διεύθυνση απορρίφθηκαν από τη μελέτη. Με βάση αυτό εντάχθηκαν στην πιλοτική μελέτη 36 ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια. Τα ερωτηματολόγια αποτύπωναν την περιοχή διαμονής των ερωτώμενων και ορίστηκαν με πληθυσμιακά κριτήρια. Συγκεκριμένα ο πληθυσμός για κάθε κωμόπολη ορίστηκε στους 2.000 – 10.000 κάτοικους, ο πληθυσμός για κάθε πόλη ορίστηκε μέχρι 1.000.000 κατοίκους και ο πληθυσμός των μεγάλων πόλεων ορίστηκε σε πε-

Nowadays, there is an increase of mortality rate due to non-communicable disease. Cardiopulmonary arrest (CPA) is a type of non-communicable diseases. Fast CPA diagnosis by expertise staff is crucial to victims' survival. Educational programmes are the key to creating conditions that will increase victims' survival rates. One key question is whether health professionals choose alternative Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) educational methods and how new technologies are used in the educational process. The purpose of this research is to investigate the needs and beliefs of radiographers on CPR training process.

ρισσότερους από 1.000.000 κατοίκους. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε μέσω του στατιστικού πακέτου SPSS 22.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από 36 τεχνολόγους με μοναδικό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Το δείγμα αποτελείται από 30,6% άνδρες και 69,4% γυναίκες, με κυριότερη ηλικιακή ομάδα αυτή των 31 - 35 ετών, σε ποσοστό 30,6% (Εικόνα 1). Η εκπαίδευση, σε ποσοστό πάνω από 50% στην καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση είναι παρωχημένη, αφού έχουν περάσει πάνω από 10 χρόνια από την τελευταία εκπαιδευτική διαδικασία. Ο κύριος όγκος των ερωτώμενων κατοικούσε σε μεγάλη πόλη (75%) (Εικόνα 2). Το 33,3% των συμμετεχόντων είχε εργασιακή εμπειρία 6 - 10 έτη (Εικόνα 3). Το 90% είχαν ολοκλήρωση την τριτοβάθμια εκπαίδευση, με ποσοστό 11,1% να κατέχει και μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών. Το ανεκτό κόστος εκπαίδευσης στην CPR ορίζεται στα 10-15- ανά άτομο (Εικόνα 4). Άτομα με υψηλότερο εισόδημα θεωρούν ως ανεκτό κόστος, τα 10 – 15-, ενώ άτομα με χαμηλότερο εισόδημα δηλώνουν ότι θα μπορούσε να είναι ανεκτό και το κόστος των 46 - 55- (Εικόνα 5). Το 69,4% του συνόλου είχε λάβει εκπαίδευση στη Βασική Υποστήριξη της Ζωής κάποια στιγμή στη ζωή του, με μόλις το 47,2% να έχει εκπαιδευτεί σε διάστημα μικρότερο της



↑Εικόνα 3: Έτη εργασίας ερωτηθέντων Τεχνολόγων

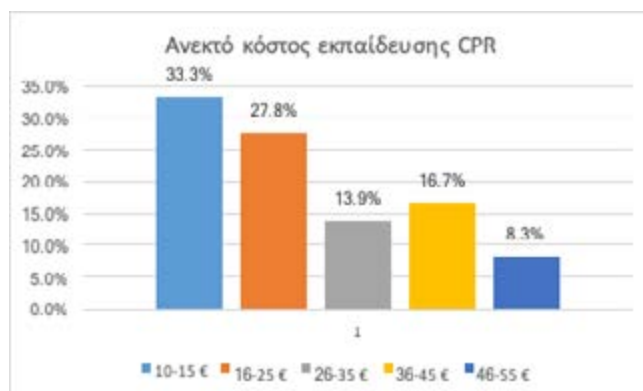
πενταετίας, ενώ το 30,6% δεν έχει εκπαιδευτεί ποτέ. Ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό για υγειονομικούς, που φτάνει το 94,4% του δείγματος, επιθυμούσε να εκπαιδευτεί στη Βασική Υποστήριξη της Ζωής. Το 97,2% δήλωνε πως γνώριζε τι ορίζεται ως Καρδιοαναπνευστική Αναζωογόνηση, εντούτοις μόλις το 38,9% έδωσε τη σωστή απάντηση (Εικόνα 6). Το 38,9% είχε παραστεί έστω μια φορά σε συμβάν καρδιακής ανακοπής, ενώ μόλις το 13,9% είχε αντιμετωπίσει το ίδιο θύμα ανακοπής (Εικόνα 7). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη υγειονομική ομάδα εργαζομένων δεν αντιμετωπίζει συχνά θύματα ανακοπής στους εργασιακούς της χώρους. Αν και η χρήση υψηλής τεχνολογίας είναι υψηλότερη και φτάνει το 97,2%, εντούτοις μόλις το 5,6% επιλέγει την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση ως βασική εκπαιδευτική μέθοδο (Εικόνα 8). Στο σύνολό τους οι ερωτώμενοι θα προσέφεραν τις υπηρεσίες τους, αν είχαν εκπαιδευτεί. Τέλος, η πιθανότητα νομικής εμπλοκής, κατά την εφαρμογή ΚΑΡΠΑ, αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην συμμετοχή όσον αφορά την αντιμετώπιση περιστατικών ανακοπής για το 72% των ερωτώμενων.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

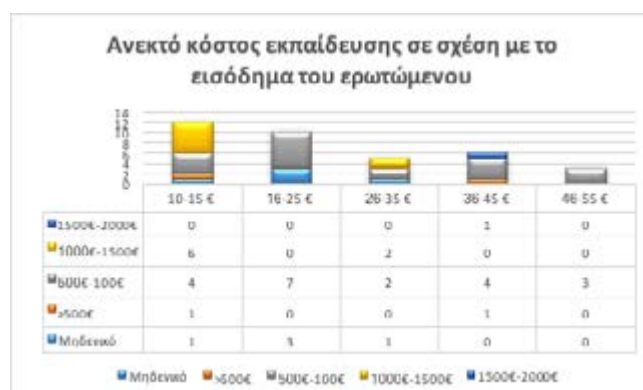
Είναι δεδομένο πως οι επαγγελματίες υγείας οφείλουν να εκπαιδεύονται στη Βασική Υποστήριξη της Ζωής και η υπηρεσία στην οποία εργάζονται να μεριμνά για την εκπαίδευση και την επανεκπαίδευσή τους, όπως αναφέρεται στο νομικό πλαίσιο για την εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού εντός των Νοσηλευτικών δομών. Οι Τεχνολόγοι Ραδιολογίας Ακτινολογίας – Ακτινοθεραπείας δεν εκπαιδεύονται κατά προτεραιότητα στην Καρδιοπνευμονική Αναζωογόνηση, λόγω της φύσης της εργασίας τους (εργαζόμενοι σε κλειστό τμήμα), με αποτέλεσμα να μην έχουν κατάρτιση ή να έχουν παρέλθει αρκετά χρόνια από την τελευταία εκπαιδευτική διαδικασία.

Σε σχετική έρευνα, αναφέρεται ότι το νοσηλευτικό προσωπικό είναι μάρτυρας συμβάντων ανακοπής περισσότερες φορές, σε ποσοστό 72,2%, ενώ αντιμετωπίζει και περισσότερα περιστατικά ανακοπής, σε ποσοστό 67,6% [10].

Το δείγμα της παρούσας μελέτης αποτελείται κυρίως από άτομα κάτω των 45 ετών, ίσως λόγω της ανάρτησης του ερωτηματολογίου στην ιστοσελίδα και όχι σε έντυπη μορφή. Αυτό



↑Εικόνα 4: Ανεκτό κόστος εκπαιδευτικής διαδικασίας CPR



↑Εικόνα 5: Ανεκτό κόστος εκπαίδευσης σε σχέση με το εισόδημα του ερωτώμενου

πιθανόν υποδηλώνει τη μη εξοικείωση των τεχνολόγων μεγαλύτερης ηλικίας στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Συνεπώς, το δείγμα της μελέτης ίσως καθίσταται μη αντιπροσωπευτικό.

Το εισόδημα του μεγαλύτερου ποσοστού των συμμετεχόντων στη μελέτη ήταν τα 500 – 1.000 ευρώ, δηλαδή μεσαίου ή χαμηλού εισοδήματος. Ίσως, αυτό δικαιολογεί και το μικρό ανεκτό κόστος που θα διέθεταν οι περισσότεροι, για να εκπαιδευτούν στην CPR, όπως επίσης και τη γενικότερη κοινωνικο-οικονομική κατάσταση των τελευταίων 8 ετών στη χώρα μας. Η έρευνα αναδεικνύει όχι μόνο το κενό στην εκπαίδευση, αλλά και την έλλειψη σωστής αντίληψης για το επίπεδο των γνώσεων των Τεχνολόγων στο εννοιολογικό πλαίσιο της CPR. Αντίστοιχες μελέτες που αφορούν σε νοσηλευτικό προσωπικό, παρουσιάζουν μεγαλύτερη συμφωνία αντίληψης της γνώσης, καθώς και του πραγματικού επιπέδου γνώσης [10]. Πολύ μικρό είναι το ποσοστό του δείγματος που έχει παραστεί σε συμβάν ανακοπής, με ακόμα πιο μικρό ποσοστό αυτό που συμμετείχε ενεργά στην αντιμετώπισή του. Γενικά, μικρή εμπειρία των Τεχνολόγων καταγράφεται στην αντιμετώπιση οξέων συμβάντων, όπως η καρδιακή ανακοπή [11]. Μικρά είναι και τα ποσοστά εκπαίδευσης στην ΚΑΡΠΑ και μικρότερα τα ποσοστά πρόσφατης εκπαίδευσης, με αξιοσημείωτο ποσο-



↑Εικόνα 6: | Γνωστικό επίπεδο Τεχνολόγων σχετικά με τη CPR

στό ατόμων που δεν έχουν συμμετάσχει ποτέ σε σεμινάριο εκπαίδευσης Καρδιοαναπνευστικής Αναζωογόνησης. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η ελληνική πολιτεία έχει προβλέψει με νόμο την εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας στη Βασική Υποστήριξη της Ζωής, αλλά από τα αποτελέσματα επιβεβαιώνεται ότι δεν υπάρχει ουσιαστική εφαρμογή του. Μικρά είναι και τα αντίστοιχα ποσοστά αντίστοιχων μελετών που έχουν δημοσιευτεί και αφορούν στους Τεχνολόγους στην Ιαπωνία [11]. Επιπλέον, η πλειονότητα των συμμετεχόντων στη μελέτη επιθυμούσε να εκπαιδευτεί στη Βασική Υποστήριξη της Ζωής.

Μεγάλο επίσης, είναι ποσοστό των ερωτώμενων που είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και κάνουν χρήση των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ), είτε στην εργασία τους είτε στην καθημερινότητά τους. Όσον αφορά βέβαια το

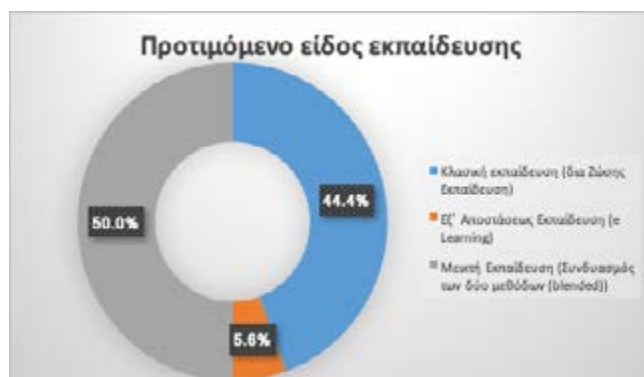
υψηλό ποσοστό χρήσης των υπολογιστών, μπορεί να αποτελεί και σφάλμα της έρευνας, δεδομένου ότι το ερωτηματολόγιο ήταν ηλεκτρονικό και είναι φυσιολογικό να υπάρχει ευκολότερη πρόσβαση σε αυτούς που έχουν και χειρίζονται υπολογιστές.

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ), το ποσοστό των Ελλήνων που έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή φτάνει στο 68,1% με αυξητική τάση, ενώ ταυτόχρονα το ποσοστό των Ελλήνων που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο ανέρχεται στο 66,8% [12]. Βέβαια, είναι παράδοξο να υπάρχει μια τόσο υψηλή χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, αλλά ένα πολύ μικρό ποσοστό, της τάξης του 5,6%, να επιθυμεί να αποκτήσει τη γνώση με προγράμματα εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης. Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο κομμάτι του δείγματος επιλέγει το μικτό σύστημα εκπαίδευσης στην ΚΑΡΠΑ. Η

παρατήρηση αυτή δείχνει εμπιστοσύνη στην ηλεκτρονική εκπαίδευση, αλλά όχι ως μοναδική μέθοδο, εύρημα συμβατό με τις πεποιθήσεις των επαγγελματιών υγείας που συμμετείχαν σε αντίστοιχες μελέτες [13]. Μελέτη του 2014, με αντικείμενο την εκμάθηση δεξιοτήτων για την αντιμετώπιση επειγόντων καταστάσεων με μεθόδους εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης, χρησιμοποιώντας Video μαθήματα, αλλά και τη δια ζώσης εκπαίδευση, δεν έδειξε διαφορά στην αποτελεσματικότητα των δυο μεθόδων. Οι ερωτώμενοι έδειχναν ισότιμη εμπιστοσύνη και στις δυο εκπαιδευτικές μεθόδους [14]. Υπάρχουν και άλλες μελέτες, με πληθυσμό στόχο τους επαγγελματίες υγείας και αντικείμενο την εκπαίδευση στη Βασική Υποστήριξη της Ζωής, που δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφορά στην απόκτηση δεξιοτήτων και γνώσεων, ανεξάρτητα από την εκπαιδευτική μέθοδο [15], [16].



↑Εικόνα 7: Ποσοστό Τεχνολόγων που είχαν αντιμετωπίσει θύματα ανακοπής



↑Εικόνα 8: Ποσοστιαία κατανομή προτιμώμενου είδους εκπαίδευσης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, θα πρέπει να υπάρχει μια συστηματική εκπαιδευτική διαδικασία, ώστε να υπάρχει καθολική και επικαιροποιημένη γνώση, όσον αφορά τη Βασική Υποστήριξη της Ζωής, τόσο στους Τεχνολόγους Ραδιολογίας Ακτινολογίας – Ακτινοθεραπείας, όσο και στους υπόλοιπους επαγγελματίες υγείας, αλλά ακόμα και σε απλούς πολίτες. Σε κάθε περίπτωση λαμβάνεται

σοβαρά υπόψη ότι η πλειοψηφία των ερωτώμενων επιθυμεί την εκπαίδευσή του. Είναι επίσης, σημαντικό να αναφερθεί ότι παρά την εξοικείωση της πλειοψηφίας των ερωτώμενων με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, αυτό δεν καθιστά φιλικότερη την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση. Ο συνδυασμός, εξ' αποστάσεως και δια ζώσης παρακολούθησης εκπαιδευτικών προγραμμάτων, αποτελεί προτιμότερη επιλογή για τους Τεχνολόγους.

- McNally, B., Robb, R., Mehta, M., Vellano, K., Valderrama, A. L., Yoon, P. W., ... Menitt, R. (2011). Out-of-hospital cardiac arrest surveillance – cardiac arrest registry to enhance survival (CARES), United States, October 1, 2005 – December 31, 2010. *Morbidity and Mortality Weekly Report: Surveillance Summaries*, 60(8), 1-19.
- Perkins, G. D., Handley, A. J., Koster, R. W., Castrén, M., Smyth, M. A., Olasveengen, T., ... Wenzel, V. (2015). European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015. *Resuscitation*, 95, 81-99.
- Straney, L. D., Bray, J. E., Beck, B., Finn, J., Bernard, S., Dyson, K., ... Smith, K. (2015). Regions of high out-of-hospital cardiac arrest incidence and low bystander CPR rates in Victoria, Australia. *PLoS one*, 10(10), e0139776.

implications for education and practice. *Resuscitation*, 54(3), 223-230.

- Tsaloukidis, N., Michopoulou, V., Peponi, M., Papageorgiou, D., & Lazakidou, A. (2017). Evaluation of Nurses' Perceptions on Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) Education. *Journal of Health Education Research & Development*, 5(1). doi: 10.4172/2380-5439.1000209.
- Ito, M., Nakano, S., Yamada, T., Nakanishi, S., Ueda, Y., Tachi, N., & Ito, Y. (2016).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Weisfeldt, M. L., & Becker, L. B. (2002). Resuscitation after cardiac arrest: a 3 - phase time-sensitive model. *Jama*, 288(23), 3035-3038.
- Cardiology, E. S. (2016). Defibrillators could save many more lives if associated with basic life support education: Preventing sudden death -- diet or device. *ScienceDaily*. European Society of Cardiology.
- Eisenburger, P., & Safar, P. (1999). Life supporting first aid training of the public review and recommendations. *Resuscitation*, 41(1), 3-18.
- ERC. (2014). ERC Course Rules. *European Resuscitation Council*.
- Baskett, P. J., Steen, P. A., & Bossaert, L. (2005). European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. *Resuscitation*, 67, S171-S180.
- Moule, P., & Albarran, J. W. (2002). Automated external defibrillation as part BLS:

A Questionnaire Survey of Perceptions of Basic Life Support (BLS) among Radiological Technologists: Radiological Technologists Often Encounter Patients with Cardiopulmonary Arrest during Diagnostic Imaging Examinations.

- ΕΛΣΤΑΤ (2015). Έρευνα Χρήσης Τεχνολογιών Πληροφορικής & Επικοινωνίας από Νοικοκυριά και Άτομα – 2015, Ελληνική Στατιστική Αρχή.
- Curran, V., Fleet, L., & Greene, M. (2012). An exploratory study of factors influencing resuscitation skills retention and performance among health providers. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 32(2), 126-133.
- Mohd Saiboon, I., Jaafar, M. J., Ahmad, N. S., Nasarudin, N. M. A., Mohamad, N., Ahmad, M. R., & Gilbert, J. H. (2014). Emergency skills learning on video (ESLOV): A single-blinded randomized control trial of teaching common emergency skills using self-instruction video (SIV) versus traditional face -to- face (FTF) methods. *Medical teacher*, 36(3), 245-250.
- Khanal, P., Vankipuram, A., Ashby, A., Vankipuram, M., Gupta, A., Drumm-Gurnee, D., ... Smith, M. (2014). Collaborative virtual reality based advanced cardiac life support training simulator using virtual reality principles. *Journal of biomedical informatics*, 51, 49-59.
- Krogh, L. Q., Bjørnshave, K., Vestergaard, L. D., Sharma, M. B., Rasmussen, S. E., Nielsen, H. V., ... Løfgren, B. (2015). E-learning in pediatric basic life support: A randomized controlled non-inferiority study. *Resuscitation*, 90, 7-12.

ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΠΡΟΣΤΑΤΗ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.

Ο καρκίνος παρουσιάζεται σαν την μεγαλύτερη μάστιγα του αιώνα μας. Ο καρκίνος του προστάτη αποτελεί το κακοήθες νεόπλασμα με την συχνότερη παρουσία στον ανδρικό πληθυσμό. Η ιδιαιτερότητά του να μην δίνει πρώιμα συμπτώματα, τον καθιστούν αυτόματα ως ένα καρκίνο προβληματικό για έγκαιρη διάγνωση. Οι εξελίξεις στην ογκολογία, στην μελέτη του καρκίνου και στην φροντίδα των ογκολογικών ασθενών, βασίζονται σε

Key words:

Καρκίνος προστάτη,
Μέθοδοι Απεικόνισης,
Υπερηχοτομογραφία,
Ελαστογραφία
Υπερήχων,
Υπολογιστική
Τομογραφία,
CT-Perfusion,
Πολυπαραμετρική
Μαγνητική
Τομογραφία,
Φασματοσκοπία,
Ελαστογραφία
Μαγνητικού
Συντονισμού,
Πυρηνική Ιατρική,
PET/CT, Ga68-
PSMA.

Key words

Prostate Cancer,
Medical Imaging,
Ultrasound
Elastography, CT-
Perfusion, multi-
parametric MRI,
Magnetic Resonance
Elastography,
Spectroscopy, Nuclear
Medicine, PET/CT,
Ga68-PSMA

ΠΛΕΛΛΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ(*)
ΤΣΟΥΒΕΛΑΚΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ(*)

(*): ΑΠΟΦΟΙΤΟΣ,
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ, ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ
-ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ), ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

μεγάλο βαθμό στις καινοτομίες και στην αλματώδη ανάπτυξη των μεθόδων απεικόνισης. Για την απεικόνιση του καρκίνου του προστάτη χρησιμοποιούνται συστηματικά η Υπερηχοτομογραφία, η Υπολογιστική Τομογραφία, η Μαγνητική Τομογραφία και η Πυρηνική Ιατρική. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να καταγράψει τόσο τις κλασσικές όσο και τις πλέον σύγχρονες τεχνικές απεικόνισης της κάθε μεθόδου για τον καρκίνο του προστάτη.



Ο καρκίνος του προστάτη αποτελεί ένα κακοήθες νεόπλασμα με την δεύτερη πιο μεγάλη συχνότητα εμφάνισης στον ανδρικό πληθυσμό. Τυπικά η παρουσία της νόσου εντοπίζεται σε ηλικιακές ομάδες ασθενών άνω των 50 ετών. Στα αρχικά στάδια μπορεί να είναι ασυμπτωματικός ή να δίνει συμπτώματα κοινά με την καλοήγη υπερτροφία του προστάτη. Η τυπική θέση εμφάνισης της νόσου είναι στην περιφερική ζώνη του αδένα. Ο έλεγχος και η πρώιμη διάγνωση παρά την εξέλιξη όλων των απεικονιστικών μεθόδων, βασίζεται στην δακτυλική εξέταση του αδένα (DRE), στην μέτρηση των τιμών του ειδικού προστατικού αντιγόνου PSA στον ορό του αίματος ή αν κριθεί αναγκαίο και των τιμών του fPSA και του PSAdt. Τέλος βασική εξέταση είναι η βι-

οψία του προστάτη που θέτει με ασφάλεια την παρουσία ή απουσία καρκινικών κυττάρων στον αδένα. Η απεικόνιση όμως αποτελεί βασικό εργαλείο στην συνολική διαχείριση ασθενών με καρκίνο προστάτη διότι παρέχει πληροφορίες ανίχνευσης, σταδιοποίησης, ανταπόκρισης στην θεραπεία ή ακόμα και της υποτροπής. Οι ουρολόγοι και εν γένει όλες οι ιατρικές ειδικότητες που θα ενασχοληθούν με την ιατρική φροντίδα ενός ασθενή με καρκίνο του προστάτη, βασίζονται σε μέγιστο βαθμό από την απεικόνιση και τις πληροφορίες της. Όλες οι απεικονιστικές μέθοδοι μπορούν να εφαρμοστούν στην αξιολόγηση του προστατικού καρκινώματος είτε με την κλασσική τους μορφή είτε με νέες και εξαιρετικά καινοτόμες τεχνικές. Απ' ότι φαίνεται το πεδίο απεικόνισης του

καρκίνου του προστάτη επιδέχεται μία τεράστια προσπάθεια εφαρμογής νέων τεχνικών απεικόνισης σε όλους τους τομείς της. Η εργασία αυτή καταγράφει την κλασσική μορφή απεικόνισης της κάθε μεθόδου που χρησιμοποιείται και παρουσιάζει τις πλέον εξελιγμένες και σύγχρονες τεχνικές που μέχρι πρότεινος έχουν αναδειχθεί στον τομέα της Υπερηχοτομογραφίας, της Υπολογιστικής Τομογραφίας, της Μαγνητικής Τομογραφίας και της Πυρηνικής Ιατρικής.

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.

2.1 Υπερηχοτομογραφία.

Η βασική απεικονιστική προσέγγιση του προστάτη για την εύρεση του νεοπλασματος γίνεται κυρίως με την μέθοδο της υπερηχογραφίας. Η κλασσική υπερηχογραφική μελέτη του προστάτη αδένος περιλαμβάνει είτε την χρήση κοιλιακής (convex) κεφαλής είτε την χρήση διορθικής (transrectal) κεφαλής η οποία γίνεται κυρίως για την λήψη βιοψίας. Η χρήση κοιλιακής κεφαλής είναι πιο εύκολη, αναδεικνύει και εκτιμά τον συνολικό όγκο του προστάτη δίνοντας την δυνατότητα να μετρηθεί το μέγεθος του αδένα.[1,2] Όμως σε περιπτώσεις ασθενών που κατά τον έλεγχο υπάρχουν οι ενδείξεις για κακοήθεια ή ανωμαλία στον προστάτη όπως τιμή PSA > 4ng/ml και παθολογική δακτυλική εξέταση (DRE) ή διακοιλιακός υπερηχογραφικός έλεγχος με παθολογική ηχομορφολογία (συνήθως υπόηχογενής) τότε το διορθικό υπερηχογράφημα (transrectal ultrasound –TRUS) με την δυνατότητα κατευθυνόμενης βιοψίας μέσω αυτού, είναι μέχρι σήμερα, η πλέον διαδεδομένη και αποτελεσματική μέθοδος αρχικής προσέγγισης του καρκίνου του προστάτη. Συνήθως επιλέγεται το πρωτόκολλο λήψης 12 ιστοτεμαχίων τα οποία κατόπιν στέλνονται για παθολογοανατομική εξέταση. Η απεικόνιση της κακοήθειας συνήθως είναι υποηχογενής με διαταραγμένο το σχήμα και μέγεθος του αδένα. Παρ' όλα ταύτα η κλασσική αυτή μέθοδος βιοψίας αν και είναι πολύ διαδεδομένη για την ανεύρεση κακοήθειας στον προστάτη, έχει παραδόξως χαμηλές τιμές ευαισθησίας και ειδικότητας.[3] Στα πλαίσια βελτίωσης των ποσοστών

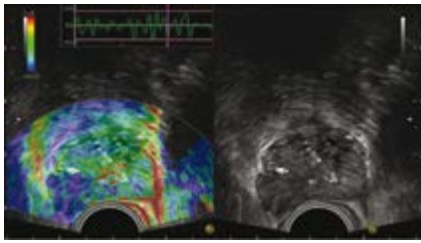
Prostate cancer is the cancer exhibiting the highest incidence rate and it causes plurality of cancer death in men. Due to the absence of developing prematurely symptoms, prostate cancer is difficult to detect in early stages and the treatment efficacy remains limited. The developments in oncology and the cancer care, hinge upon elaboration of new imaging modalities. For the imaging of the prostate cancer, Ultrasound (US), Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Nuclear Medicine (NM), are regularly use. The purpose of this study is to present both the classic approach and the most recently, state of the art imaging techniques in prostate cancer for each imaging modality.

διάγνωσης της εύκολης και σχετικά ανέξοδης αυτής μεθόδου, αναπτύχθηκαν κάποιες παραλλαγές της. Μια εξ αυτών είναι το νέο σύστημα υβριδικής απεικόνισης το οποίο συνδυάζει την αμεσότητα και ευχρηστία της υπερηχοτομογραφίας με την αντικειμενική ακρίβεια της Μαγνητικής Τομογραφίας και ονομάζεται Targeted 3D MRI-US Fusion Biopsy. Το λογισμικό του συστήματος αυτού δημιουργεί μια τρισδιάστατη απεικόνιση ή αλλιώς έναν τρισδιάστατο χάρτη του προστάτη όπως αυτός προκύπτει από την απεικόνιση συγχωνεύοντας εικόνες μαγνητικής τομογραφίας και υπερήχου ενώ ταυτόχρονα επισημαίνονται οι περιοχές που είναι ύποπτες για την παρουσία κακοήθειας (πληροφορία από την μαγνητική τομογραφία).[4]

Πολλές έρευνες έχουν αναδείξει πως η νέα μέθοδος της απεικονιστικά καθοδηγούμενης βιοψίας θα αποτελέσει ένα χρησιμότερο εργαλείο στην ανακάλυψη του καρκίνου του προστάτη. Αναλυτικότερα βρέθηκε πως στη διάγνωση του προστατικού καρκίνου αναφέρονται με την μέθοδο αυτή ευαισθησία και ειδικότητα 85% και 41% αντίστοιχα, αλλά οι τιμές αυξάνονται σημαντικά στην ανεύρεση τοπικά προχωρημένης νόσου, όπου η ευαισθησία και η ειδικότητα φτάνει το 84% και το 96% αντίστοιχα.[5,6]

Μία ακόμη προσπάθεια ανάπτυξης και εξέλιξης της τεχνικής του διορθικού υπερηχογραφήματος προστάτη είναι ο συνδυασμός του με δυναμικό υπερηχογράφημα Doppler και την ταυτόχρονη έγχυση σκιαγραφικού (DCE- Doppler TRUS). Η λογική της τεχνικής συνδυάζεται με την ικανότητα νέο-αγγειογένεσης των κακόηθων όγκων, όπου αναδύονται αυξημένη παθολογική περιοχική αιμάτωση στον αδένα.[7]

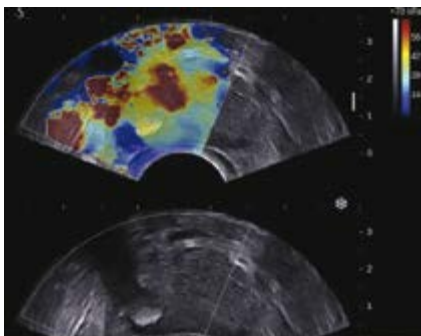
Η συνεχής και αλματώδης ανάπτυξη των απεικονιστικών μέσων και μεθόδων έφερε στην επιφάνεια μια πολύ πρωτοποριακή και πολλά υποσχόμενη μέθοδο. Αυτή ονομάζεται ελαστογραφία (Elastography) και είναι μία μη επεμβατική μέθοδος που εκτιμά την ελαστικότητα των ιστών με τη βοήθεια των υπερήχων. Αξιολογώντας την ελαστικότητα των υπό εξέταση αλλοιώσεων και ιστών, δημιουργείται με την βοήθεια



↑ Εικόνα 1 | Αποτέλεσμα Quasi-Static Ελαστογραφίας.

ενός κατάλληλου λογισμικού ένας νέος χάρτης των οργάνων βάσει των ελαστικών τους ιδιοτήτων. Η βασική της αρχή εντοπίζεται και συνδυάζεται με το γεγονός ότι ο νεοπλασματικός ιστός είναι πιο σκληρός και άκαμπτος σε σχέση με τον φυσιολογικό (πληροφορία βασισμένη στην δακτυλική εξέταση (DRE)). Έχουν αναπτυχθεί δύο τεχνικές ελαστογραφίας με βάση τον υπέρηχο οι οποίες βασίζονται σε διαφορετικές αρχές. Η πρώτη ονομάζεται ελαστογραφία τάσης ή Quasi-Static (Strain) Elastography και η δεύτερη ελαστογραφία εγκάρσιου κύματος ή Shear Wave Elastography (SWE).

Η Quasi-Static Ελαστογραφία βασίζεται στην ανάλυση της παραμόρφωσης του προστατικού ιστού σε μία συγκεκριμένη περιοχή του αδένου η οποία προκαλείται λόγω εφαρμογής μηχανικής πίεσης από ενδορθικό ηχοβολέα. Εν αντίθεση η Shear-Wave είναι βασισμένη στην μέτρηση της ταχύτητας του ηχητικού κύματος που διαδίδεται και εξαπλώνεται διαμέσω του προστάτη αδένου. Τα αποτελέσματα και των δύο τεχνικών παρουσιάζονται στα λεγόμενα ελαστογράμματα, δηλαδή χρωματικά κωδικοποιημένους χάρτες σκληρότητας όπου ο καρκινικός



↑ Εικόνα 2 | Αποτέλεσμα Shear-Wave Ελαστογραφίας.

ιστός παρουσιάζεται με αυξημένες τιμές σκληρότητας.[8-11]

Μια ακόμα, πολλά υποσχόμενη, μέθοδος με βάση την υπερηχοτομογραφία είναι το HistoScanning, το οποίο περιλαμβάνει την ανάλυση των υπερηχοτομογραφικών δεδομένων με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (μέσω αλγορίθμων). Το HistoScanning φαίνεται να επιτρέπει μία καλύτερη διάγνωση από ότι οι συνηθισμένες μέθοδοι διότι εντοπίζει με ακρίβεια εξαιρετικά μικρές αλλαγές στον ιστό ακόμα και 0,5ml όγκο, (ευαισθησία 94%, ειδικότητα 88%), και παρέχει ένα πλήρως εξατομικευμένο σχέδιο θεραπείας για κάθε ασθενή επειδή μπορεί να εντοπίσει με ακρίβεια την επέκταση του όγκου.[12-14]

2.2 Υπολογιστική Τομογραφία.

Η Υπολογιστική Τομογραφία για την διανυσματική προσέγγιση του προστάτη αδένου είναι πολύ σημαντική, επειδή λόγω της τοπογραφίας του αδένου σε εξέταση της κάτω κοιλίας ή της πυέλου θα φανεί τυχούσα παθολογική εξεργασία. Μία κλασική εξέταση υπό Αξονικό Τομογράφο θα περιλαμβάνει την απεικόνιση ολόκληρης της ανδρικής πυέλου με επίκεντρο τον προστάτη. Τα απεικονιστικά ευρήματα δείχνουν ότι η αξονική τομογραφία είναι ικανή να απεικονίσει τις 2 από τις 4 ζώνες του προστάτη. Στον καρκίνο του προστάτη, σαν μέθοδος περιλαμβάνεται στις κατευθυντήριες οδηγίες για καρκίνους μόνο σε ασθενείς με υψηλές τιμές PSA ($>6\text{ng/ml}$) και τοπική επέκταση της νόσου, δηλαδή σε στάδιο T3 ή μεγαλύτερο. Ο κυρίαρχος ρόλος της είναι να διερευνήσει και να διευκρινίσει την λεμφαδενική κατάσταση του ασθενούς.

Ωστόσο παρουσιάζει πολλούς περιορισμούς με κυριότερο το μέγεθος του παθολογικού λεμφαδένα που είναι ικανή να απεικονίσει καθότι έχει οριακή ευκρίνεια στο 1 εκατοστό. Αυτό ακολουθώντας δημιουργεί προβλήματα στην ευαισθησία της καθώς μικρότερης διαμέτρου λεμφαδένες που δεν μπορούν να απεικονιστούν και να διαχωριστούν, ίσως υποκρύπτουν την παρουσία καρκινικών κυττάρων.

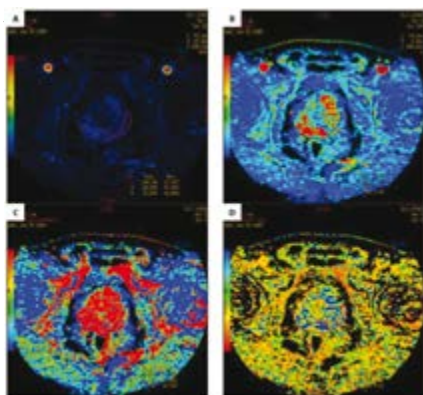
Η χρήση της αξονικής τομογραφίας έχει

τον κυρίαρχο ρόλο - αν και καθυστερημένα- μαζί με την πυρηνική ιατρική στην απεικόνιση των οστικών μεταστάσεων του καρκίνου του προστάτη. Λόγω του προσπονδυλικού πλέγματος του Batson η κύρια περιοχή για την εντόπιση μεταστατικών εστιών είναι η πύελος και η οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. [15]

Διάφορες νέες λειτουργικές μέθοδοι απεικόνισης με στόχο την απεικόνιση της νεοαγγειογέννησης των κακοήθων όγκων έχουν αναπτυχθεί. Η αγγειογέννηση και ο σχηματισμός νέων αιμοφόρων αγγείων είναι βασικό χαρακτηριστικό του καρκίνου του προστάτη (και των καρκίνων γενικότερα) αλλά και της καλοήθους υπερτροφίας του αδένου όπως και της προστατίτιδας. Επίσης, η αυξημένη νεοαγγείωση του προστάτη αποτελεί δείκτη κακοήθειας και σχετίζεται με αυξημένη πιθανότητα μετάστασης και γενικότερα μειωμένης επιβίωσης του ασθενούς.

Η τεχνική με την οποία μπορεί να αξιολογηθεί η παθολογική αγγειογέννηση, ονομάζεται υπολογιστική -τομογραφία αιμάτωσης (CT perfusion) ή υπολογιστική τομογραφία δυναμικής έγχυσης ιωδιούχου σκιαγραφικού μέσου (DCE-CT). Η CT perfusion επιτρέπει την ανάλυση της ροής του αίματος και την εκτίμηση του όγκου του αίματος εντός των ιστών. Υπάρχουν κάποιες παράμετροι που πρέπει να αναλυθούν ταυτόχρονα με την εφαρμογή της μεθόδου για να δώσουν τα απαιτούμενα αποτελέσματα και πληροφορίες αιμάτωσης, όπως η ροή του αίματος (BF), ο όγκος του αίματος (BV), το προϊόν επιφανειακής διαπερατότητας (PS) και μέσος χρόνος διέλευσης (MTT). Μελέτες που έγιναν έδειξαν ότι η CT perfusion έχει αρκετά μεγάλη ευαισθησία στην ανίχνευση του καρκίνου του προστάτη (αναδεικνύοντας την παθολογική αιμάτωση) και ότι υπάρχει σχεδόν άμεση συσχέτιση των αποτελεσμάτων και των παραμέτρων της CT perfusion με τους κλινικοπαθολογικούς παράγοντες του προστατικού καρκίνου (PSA, Gleason score, pTNM).

Ωστόσο η συγκεκριμένη τεχνική παρουσιάζει υψηλά ποσοστά δόσης. Έρευνες κατέληξαν πως η δόση από



↑ Εικόνα 3 | CT-Perfusion προστάτη.

2.3. Μαγνητική Τομογραφία.

Η Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (MRI) θεωρείται μια πολύ αξιόπιστη απεικονιστική μέθοδος για την διερεύνηση παθολογίας της πυέλου τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες. Στον καρκίνο του προστάτη είναι μία από τις κυρίαρχες εξετάσεις πλέον, για την απεικόνιση του καθώς και για την βαθύτερη ανάλυση του παρέχοντας πολύ χρήσιμες και εναλλακτικές πληροφορίες.

Στο κλασικό πρωτόκολλο μαγνητικής τομογραφίας, οι πιο συχνά εφαρμόσιμες ακολουθίες είναι κυρίως Turbo-Spin-Echo (TSE) καθώς παρέχουν εικόνες καλού SNR και διενεργούνται σχετικά γρήγορα. Οι T2 προσανατολισμού (T2-W) εικόνες με TSE ακολουθίες παλμών είναι οι βασικές εικόνες και δεν πρέπει να παραλείπονται από ένα κλασικό πρωτόκολλο διότι μπορούν και αναδεικνύουν καλύτερα την ανατομία των ζωνών του αδένα.

Ακόμα λαμβάνονται και T1 προσανατολισμού (T1-W) εικόνες μέσω Spin-Echo ακολουθιών οι οποίες χρησιμεύουν στην αξιολόγηση των λεμφαδένων, στην ανίχνευση διήθησης του μυελού ή μεταστατικές εντοπίσεις στα οστά της πυέλου συμβάλλοντας έτσι στην σταδιοποίηση του ασθενούς. Επίσης οι T1-W εικόνες είναι πολύ χρήσιμες στην ανίχνευση αιμορραγίας (λόγω της δεοξυαιμοσφαιρίνης) στον αδένα κυρίως μετά από βιοψία ενώ ταυτόχρονα επιδεικνύουν καλή αντίθεση μεταξύ του προστάτη και του περιβάλλοντος περιπροστατικού λίπους. Επιπρόσθετα μπορεί να εφαρμοστεί τεχνική STIR είτε φασματική καταστολή CHESS. Τέλος

στο κλασικό πρωτόκολλο είναι δυνατόν να προστεθούν και T1-W εικόνες μετά την έγχυση σκιαγραφικού μέσου (γαδολίνιο, Gd)). Το βασικό απεικονιστικό εύρημα του καρκίνου είναι μειωμένη ένταση σήματος μόρφωμα στην περιφερική ζώνη του αδένα στις T2W εικόνες με συνοδό ή όχι διάσπαση της περιπροστατικής κάψας.[18]

Μια νέα τεχνική είναι η πολυπαραμετρική μαγνητική τομογραφία. Η mpMRI αποτελεί μια μετεξέλιξη της κλασικής μαγνητικής τομογραφίας και είναι νέα τάση στην απεικόνιση του προστάτη περιλαμβάνοντας τον συγκερασμό των αποτελεσμάτων 3 ή περισσότερων διαφορετικών μεθόδων μαγνητικής απεικόνισης σε ένα τελικό score (PI-RADS score). Οι πλέον χρησιμοποιούμενες τεχνικές μέχρι τώρα είναι η T2 υψηλής ανάλυσης (T2W) και T1 προσανατολισμού (T1W) εικόνες, απεικόνιση μοριακής διάχυσης (DWI), η δυναμική MRI με ενίσχυση της αντίθεσης (DCE-MRI) και προαιρετικά μαγνητική φασματοσκοπία (MRSI).

Όπως και στην κλασική απεικόνιση έτσι και στην πολυπαραμετρική μαγνητική τομογραφία του προστάτη οι T2 προσανατολισμού ακολουθίες υψηλής ανάλυσης είναι από τις πιο κρίσιμες ακολουθίες.[19-20]

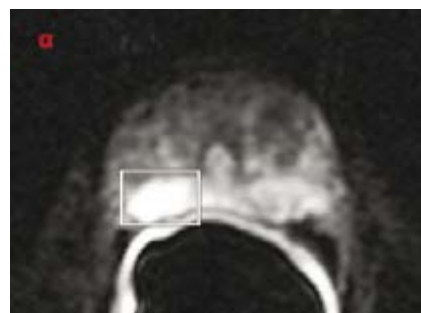
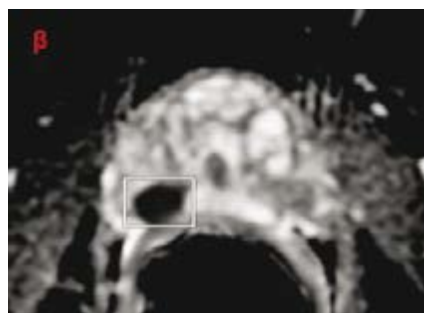
Μια από τις πιο σημαντικές και αποτελεσματικές ακολουθίες της πολυπαραμετρικής απεικόνισης είναι η απεικόνιση μοριακής διάχυσης ή αλλιώς DWI (Diffusion Weighted Imaging). Η βασική αρχή της μεθόδου βασίζεται στην ιδιότητα διάχυσης των πρωτονίων των ατόμων του νερού, η οποία διάχυση αντανακλά την τυχαία κίνηση των μορίων του νερού. Έτσι, παρέχεται μια λειτουργική εικόνα του ιστού. Σε περίπτωση καρκί-



↑ Εικόνα 4 | Εγκάρσια T2 εικόνα. Μόρφωμα χαμηλής έντασης σήματος. Παρουσία καρκίνου (βέλος).

νου η κίνηση των μορίων του νερού είναι περιορισμένη. Η DWI έχει δύο βασικά συστατικά, τους φαινομενικούς χάρτες συντελεστή διάχυσης (ADC) και τις τιμές "b" DWI. Δύο ή περισσότερες τιμές b είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό των χαρτών ADC με εύρος φάσματος 50-1400 s / mm². Στους ADC χάρτες ο καρκίνος παρουσιάζεται με μειωμένη ένταση σήματος και στις εικόνες των τιμών b με αυξημένη ένταση σήματος. Η DWI χρησιμοποιείται κυρίως για την αξιολόγηση της περιφερικής ζώνης του αδένα.[21]

Οι πιο πρόσφατες έρευνες που γίνονται πάνω στην DWI επικεντρώνονται στην βελτίωση της ανάλυσης του σήματος της διάχυσης. Το μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενο μοντέλο ανάλυσης σήματος της DWI είναι το μοντέλο ενδοαξονικής ασυγχώρητης κίνησης ή αλλιώς IVIM. Πρόκειται για ένα μοντέλο διαμερίσματος (φαρμακοκινητική ανάλυση) που στοχεύει στην άμεση αντιστοίχιση των μικροδομικών χαρακτηριστικών που προκαλούν αλλαγές σήματος και διαχωρίζει τα σήματα από το ενδοαγγειακό και



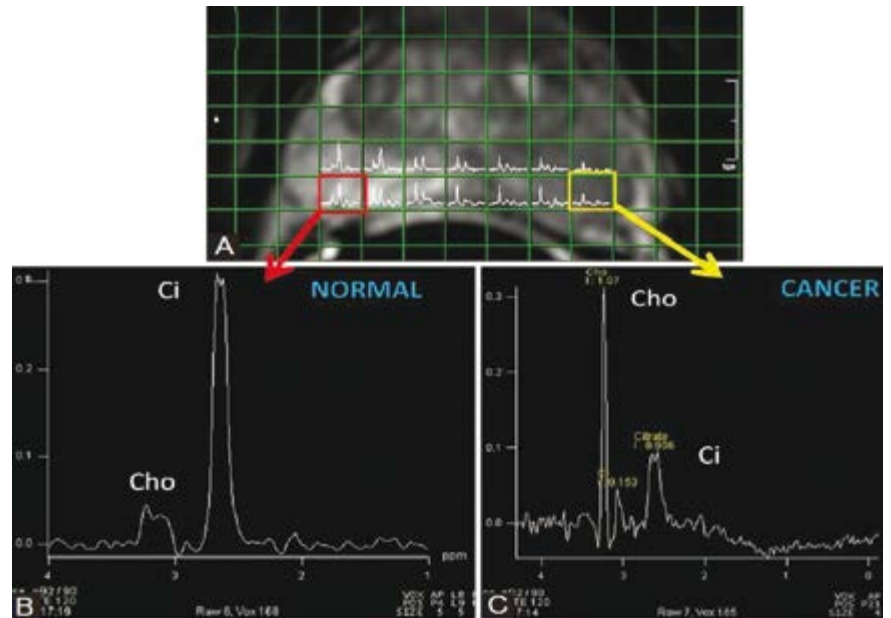
↑ Εικόνα 5 | DWI σε καρκίνο προστάτη. (α) Εικόνα διάχυσης (b=1000 s/mm²), (β) ADC χάρτης.

έξωαγγειακό νερό. Ωστόσο το γεγονός ότι δεν λαμβάνει υπόψιν την παρουσία αργής και γρήγορης διάχυσης σε κυτταρικό επίπεδο προκαλεί περιορισμούς και ασυνεπείς εκτιμήσεις. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι διάφοροι περιορισμοί του IVIM αναπτύχθηκε ένα νέο μοντέλο ανάλυσης σήματος της DWI, το επονομαζόμενο VERDICT ή ελληνιστί μοντέλο ανάλυσης αγγειακής, έξω-κυτταρικής και περιορισμένης διάχυσης για κυττομετρία στους όγκους. Μέσω του VERDICT μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ καλοήθους και κακοήθους ιστού στον προστάτη και να αναδειχθούν πιο ξεκάθαρες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά της μικροδομής του καρκίνου.[22]

Στην πολυπαραμετρική μαγνητική τομογραφία προστάτη περιλαμβάνεται μία ακόμη τεχνική λειτουργικής απεικόνισης. Ο λόγος για την δυναμική MRI με ενίσχυση της αντίθεσης (DCE-MRI). Η βασική αρχή στην οποία βασίζεται η DCE είναι ότι ο καρκίνος του προστάτη διακρίνεται από το φυσιολογικό ιστό του αδένος μέσα από τον διαφοροποιημένο συντελεστή σκιαγραφικής πρόσληψης του. Ο στόχος της απεικόνισης DCE είναι να συλλάβει τη διέλευση υλικού αντίθεσης μέσα και έξω από τον προστάτη χρησιμοποιώντας T1W Gradient-echo ακολουθίες που ελήφθησαν πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την χορήγηση των αντιδραστηρίων με βάση το γαδολίνιο (GBCA). Με βάση αυτά η DCE είναι ικανή να παρέχει πληροφορίες για ποσοτικές αγγειακές παραμέτρους όπως ο όγκος του αίματος, η σταθερά ανταλλαγής K-trans και ο διάμεσος όγκος αίματος. Η μετανάλυση αυτών των παραμέτρων εφόσον αποκτηθούν μπορούν εύκολα να αναδείξουν την ύποπτη περιοχή για κακοήθεια στον αδένος. Επίσης λαμβάνονται και καμπύλες σήματος / χρόνο.

Ο καρκίνος παρουσιάζει γρήγορη πρόσληψη του σκιαγραφικού και μία πιο αργή επαναρροή στον αγγειακό χώρο. Όλοι οι παράμετροι αιμάτωσης παρουσιάζονται επίσης αυξημένοι.[23]

Μετά την απόκτηση όλων των προαναφερθέντων ακολουθιών πρέπει να γίνει αξιολόγηση αυτών καθώς επίσης



↑ Εικόνα 6 | MRS προστάτη. Φυσιολογικό και παθολογικό φάσμα (καρκίνος), αντίστοιχα αριστερά και δεξιά .

και να συσχετιστούν τα ευρήματα της κάθε μίας προς ένα κοινό αποτέλεσμα. Το σύστημα αξιολόγησης που εφαρμόζεται είναι το λεγόμενο PI-RADS και πλέον χρησιμοποιείται η δεύτερη εκδοχή του. Χρησιμοποιεί μια κλίμακα 5 σημείων που βασίζεται κυρίως σε T2WI, και DWI και λιγότερο σε DCEI. Αυτή η συνολική βαθμολογία είναι μεταξύ 1 και 5, και στοχεύει στην πρόβλεψη της πιθανότητας να συμπεριληφθεί κλινικά σημαντική ασθένεια εντός της σημειωμένης βλάβης στον αδένος. PIRADS = 1 υποδεικνύει πολύ χαμηλή πιθανότητα ύπαρξης κλινικά σημαντικού καρκίνου, PIRADS = 2, δείχνει χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης κλινικά σημαντικού καρκίνου, PIRADS = 3 υποδηλώνει ότι η παρουσία κλινικά σημαντικού καρκίνου είναι ενδιάμεση, ενώ PIRADS = 4 υποδηλώνει ότι υπάρχει υψηλή πιθανότητα ύπαρξης κλινικά σημαντικού καρκίνου και PIRADS = 5, ο καρκίνος έχει πολύ υψηλή πιθανότητα να είναι παρών. Ο ρόλος της mpMRI είναι πολύ σημαντικός για τη βιοψία του προστάτη, την ενεργό παρακολούθηση και τον υποτροπιάζοντα καρκίνο του προστάτη.[19]

Ο μαγνητικός συντονισμός παρουσιάζει μία ακόμη τεχνική που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση του προστατικού καρκινώματος. Αυτή είναι η φασματοσκοπική

απεικόνιση (MRS) του προστάτη, η οποία συμβάλλει στην πλήρη μελέτη της μεταβολικής δραστηριότητας και στον εντοπισμό διαφόρων τύπων βλαβών. Η φασματοσκοπική απεικόνιση έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύτιμη στη διάγνωση του καρκίνου του προστάτη, αλλά δεν περιλαμβάνεται στην πιο πρόσφατη έκδοση της πολυπαραμετρικής, PI-RADS 2.0, λόγω της χαμηλής πρακτικότητας των τρεχουσών μεθόδων στη συνηθισμένη κλινική χρήση. Η λεγόμενη μαγνητική φασματοσκοπία υδρογόνου (1H-MRSI), χρησιμοποιεί ως πηγή σήματος τους πυρήνες υδρογόνου με περίσσεια πρωτονίων που βρίσκονται σε αφθονία στο ανθρώπινο σώμα (70%) και τυπικά αποκτάται μέσω ενός συνδυασμού ακολουθίας PRESS (Point RESolved Spectroscopy) και τρισδιάστατης απεικόνισης χημικής μετατόπισης 3D-CSI. Μετά την καταγραφή του παραγόμενου FID αντί να σχηματιστεί εικόνα παράγεται ένα φάσμα σχετικών συχνοτήτων από τον διεγερμένο όγκο του ιστού. Το φάσμα αυτό περιέχει πληροφορίες που βασίζονται στις συγκεντρώσεις ενδογενών μεταβολιτών του προστάτη. Το φάσμα πρωτονίων του ιστού προστάτη περιέχει συνήθως σήματα από κιτρικό (Cit), ενώσεις που περιέχουν χολίνη (tCho), κρεατίνη (Cr)

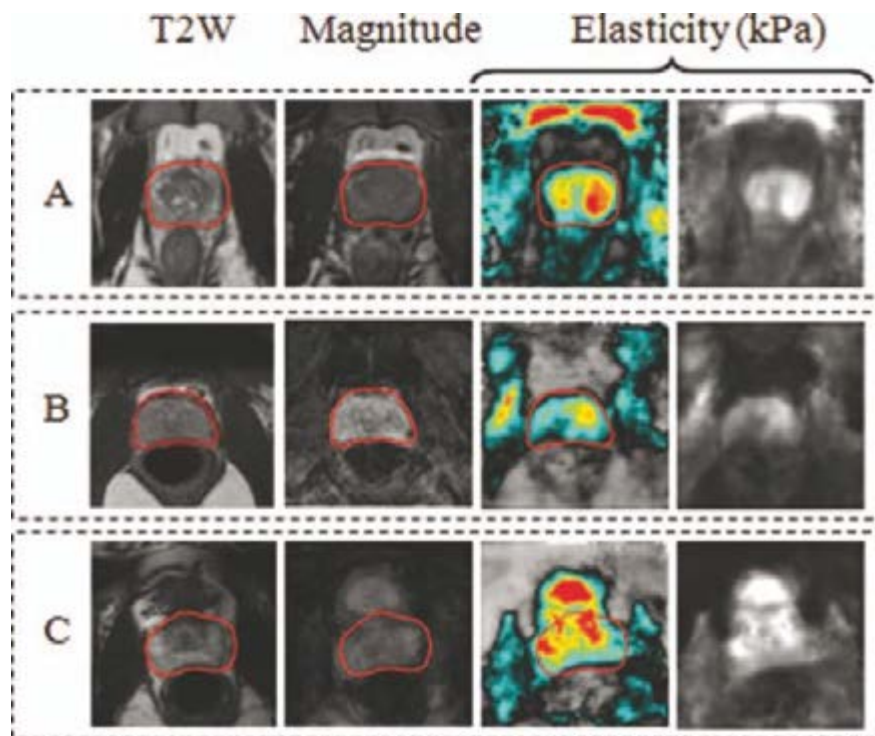
και πολυαμίνες (PA).

Οι μεταβολίτες αυτοί, έχουν συγκεκριμένη θέση στο φάσμα λόγω χημικής μετατόπισης και η μη φυσιολογική συγκέντρωσή τους στο φάσμα αποτελεί ένδειξη βλάβης στον αδένα. Σε καρκίνο παρατηρείται αύξηση της tCho, μείωση του Cit και των PA, ενώ ο λόγος (Cho + PA + Cr) / Cit φαίνεται να είναι επίσης αυξημένος.

Μία καινοτομία στην φασματοσκοπία που επανήλθε στο προσκήνιο μετά την εισαγωγή των συστημάτων υψηλής έντασης 3-7 Tesla, είναι η 3D 31P-MRSI ή αλλιώς μαγνητική φασματοσκοπία φωσφόρου η οποία χρησιμοποιεί σαν πηγή σήματος τους πυρήνες ατόμων φωσφόρου που έχουν περίσσεια πρωτονίων. Μέσω της τεχνικής αυτής είναι δυνατόν να αναλυθούν επιπλέον μεταβολίτες (PCr, ATP, PC, GPC, GPE, PE) άρα και επιπλέον πληροφορίες για τον καρκίνο.

Τέλος μία ακόμη τεχνική φασματοσκοπίας που επανεμφανίστηκε και αυτή τα τελευταία χρόνια είναι η 13C-MRS (φασματοσκοπία άνθρακα-13) που μελετά μεταβολίτες που περιέχουν άτομα άνθρακα-13. Δυστυχώς λόγω των πολύ περιορισμένων μελετών, το μόνο που μπορούμε να παραθέσουμε με σχετική ασφάλεια το οποίο απορρέει από τις διάφορες έρευνες είναι ότι (σε αντίθεση με την 1H και 31P-MRSI που παρέχουν στατικά επίπεδα μεταβολιτών) η υπερπολυωμένη 13C-MRSI παρακολουθεί τις δυναμικές διεργασίες του μεταβολισμού.[24-26]

Πολύ σημαντική πληροφορία σε περιπτώσεις κακοήθειας αποτελεί η αλλαγή στην δομή και στην μορφολογία του εκάστοτε ιστού. Οι μηχανικές ιδιότητες του ιστού μεταβάλλονται σημαντικά με την ανάπτυξη του καρκίνου. Η ελαστογραφία μαγνητικού συντονισμού (MRE) είναι μια πολύ καινοτόμα μη επεμβατική τεχνική ικανή να ποσοτικοποιεί τις μηχανικές ιδιότητες του ιστού in-vivo. Οι μηχανικές ιδιότητες των όγκων έχουν επιπτώσεις στην ανίχνευση, τον χαρακτηρισμό, την πρόβλεψη απόκρισης και την παρακολούθηση της θεραπείας και ξεκάθαρα διαφέρουν μεταξύ φυσιολογικών και παθολογικών καταστάσεων. Η χρήση της ελαστικό-



↑ Εικόνα 7 | MRE προστάτη.

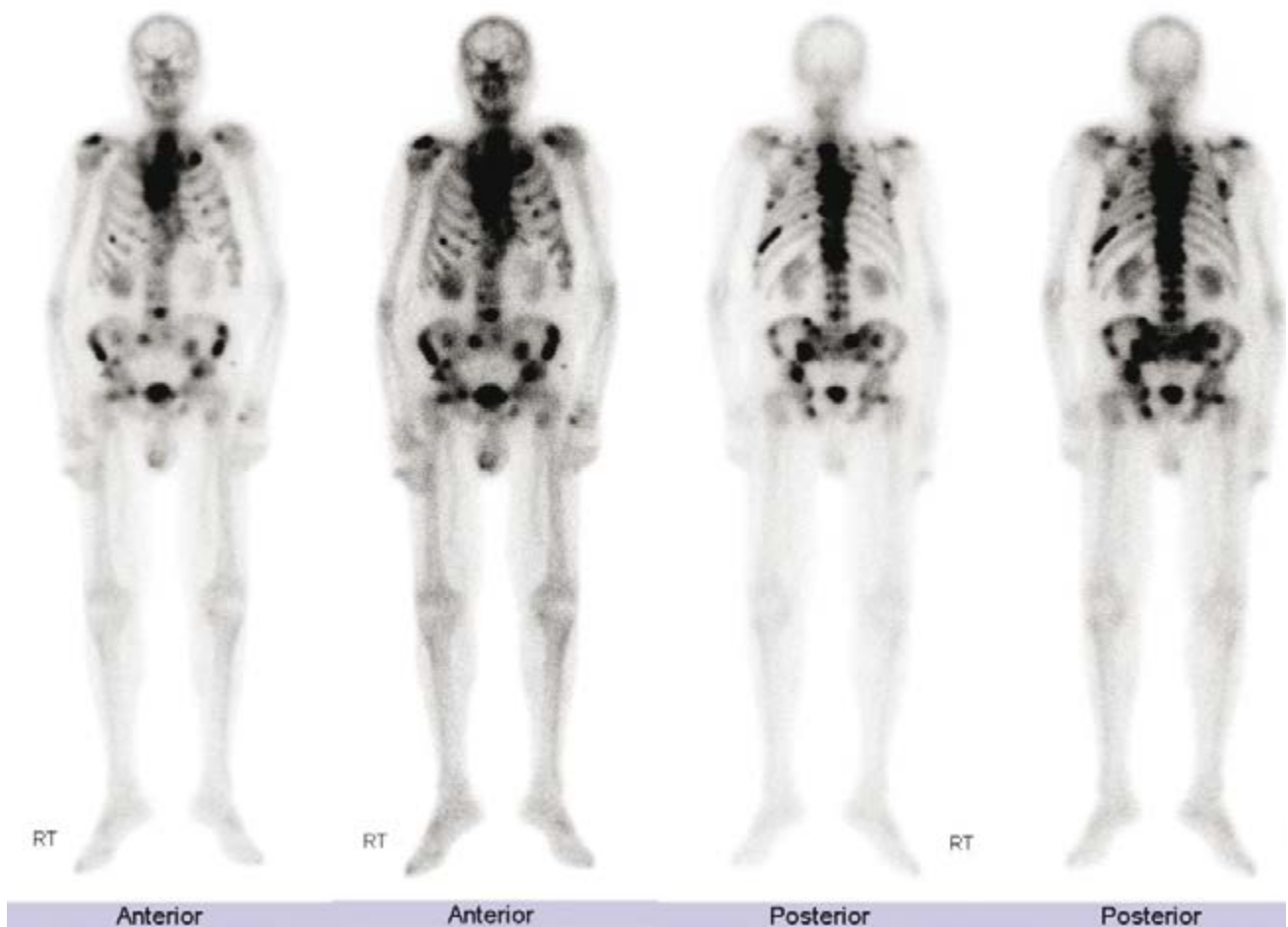
τητας του ιστού σαν ένας μηχανισμός αναγνώρισης του καρκίνου έχει προταθεί σε πλήθος εργασιών.

Η μαγνητική ελαστογραφία μπορεί να περιγραφεί απλά με τρία στάδια : (Α) παραμόρφωση του ιστού ενδιαφέροντος με εφαρμογή μηχανικών κυμάτων, (Β) απεικόνιση της επακόλουθης παραμόρφωσης και (Γ) υπολογισμός των αντίστοιχων μηχανικών ιδιοτήτων. Το πρώτο βήμα είναι η εφαρμογή πίεσης για την παραμόρφωση του ιστού του προστάτη.

Η παραμόρφωση γίνεται με τη χρήση ενός καλά διαμορφωμένου ηχοβολέα, και ενσωματωμένου σε ένα ενδορθικό πηνίο ραδιοσυχνοτήτων (er.RF coil) ή επιφανειακό πηνίο ραδιοσυχνοτήτων, ο οποίος παράγει και στέλνει μηχανικά κύματα (δόνηση) στον προστάτη αδένα. Το δεύτερο και πιο κρίσιμο βήμα είναι η απεικόνιση της απόκρισης ιστού στην εφαρμοζόμενη παραμόρφωση και η μέτρηση είτε της μετατόπισης είτε της ταχύτητας διάδοσης του μηχανικού κύματος εντός του ιστού. Στην MRE, η μετατόπιση ιστού λόγω της διάδοσης των μηχανικών κυμάτων, αποκωδικοποιείται από τη φάση

της μαγνήτισης με μια τροποποιημένη ακολουθία παλμών αντίθεσης φάσης με μεταβαλλόμενες βαθμίδες κυκλικής κίνησης (MEGs). Ποσοτικοί χάρτες της δυσκαμψίας των ιστών, που τυπικά αναφέρονται ως ελαστογράμματα, δημιουργούνται εφαρμόζοντας αλγόριθμους μαθηματικής αναστροφής στα δεδομένα καταγεγραμμένης φάσης. Οι ελαστικές ιδιότητες του ιστού μπορούν να υπολογιστούν από τα δεδομένα φάσης χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις κίνησης που περιγράφουν την διάδοση κυμάτων μέσα σε ένα μέσο. Η φάση της μαγνήτισης είναι άμεσα ανάλογη με την φυσική μετατόπιση του ιστού. Οι πιο δύσκαμπτοι ιστοί έχουν μικρότερη απώλεια φάσης σε σχέση με τους πιο φυσιολογικούς άρα και μικρότερη απώλεια σήματος. Στο ελαστογράμμα της MRE οι δύσκαμπτοι ιστοί κωδικοποιούνται με κόκκινο χρώμα ενώ οι φυσιολογικοί με μπλε χρώμα και παρουσιάζουν την περιοχή της κακοήθειας με αυξημένη σκληρότητα (υψηλές τιμές kPa).

Το ελαστογράμμα που προκύπτει παρουσιάζεται μαζί με T2 ανατομικές εικόνες και εικόνες φάσης (Phase) ως τελικό αποτέλεσμα.



↑ Εικόνα 8 | Σπινθηρογράφημα οστών σε ασθενή με μεταστατικό καρκίνο προστάτη.

Εν κατακλείδι η μαγνητική ελαστογραφία είναι μια αναδυόμενη εφαρμογή για τη διάγνωση του καρκίνου του προστάτη, τον χωρικό εντοπισμό και τη σταδιοποίηση της νόσου. Μεταβολές στις μηχανικές ιδιότητες του καρκινικού ιστού παρέχουν ένα μοναδικό μηχανισμό αντίθεσης που ποσοτικοποιείται χρησιμοποιώντας την MRE.[27-29]

2.4. Πυρηνική Ιατρική.

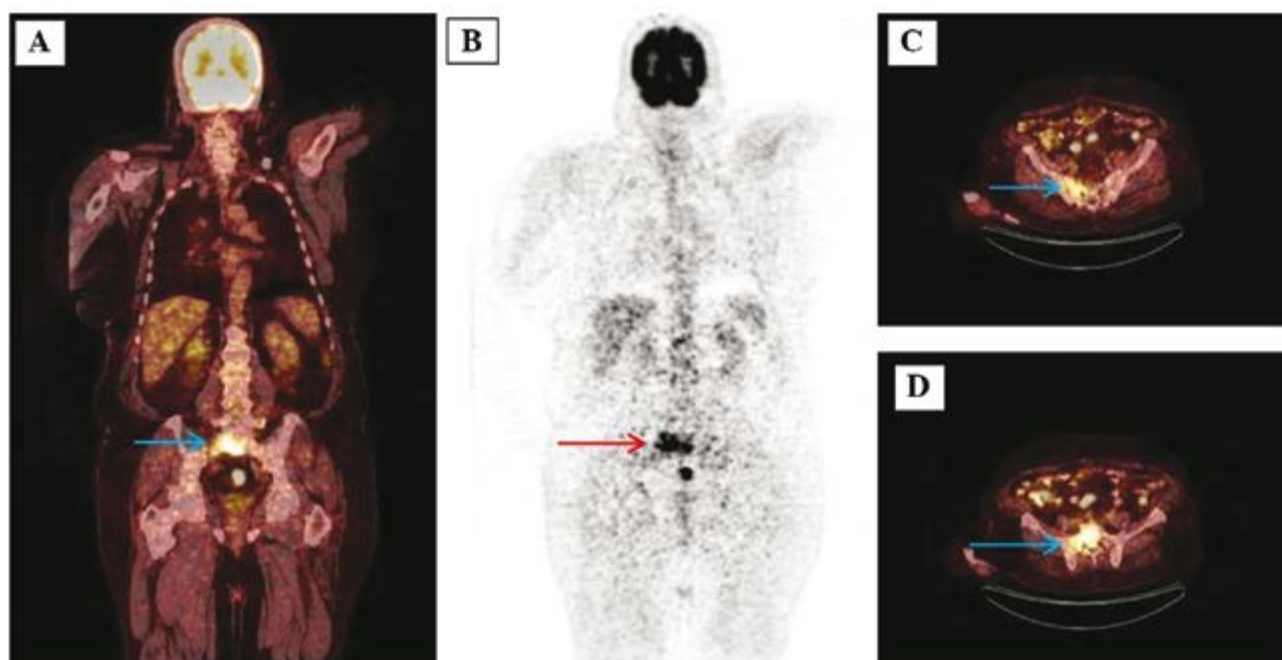
Ο καρκίνος του προστάτη θεωρείται κατ' εξοχήν οστεόφυλος καρκίνος με κύριες θέσεις εντόπισης τα οστά της πυέλου, το μηριαίο και κυρίως την οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Η παρουσία ή όχι οστικών ή λεμφαδενικών μεταστάσεων μπορεί να ορίσει το στάδιο νόσου, να παρουσιάσει τυχόν υποτροπή και να αναδείξει την αναταπόκριση στην θεραπεία. Από το σημείο αυτό αρχίζει να διασαφηνίζεται ο ρόλος της πυρηνικής ιατρικής στον καρκίνο του προστάτη. Στον προστάτη η απεικονιστική προσέγγιση αυτή έχει υψηλή ευαισθησία στην ανίχνευση τυχόν οστικών μεταστάσεων. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι το 65% των ασθενών με καρκίνο προστάτη θα παρουσιάσει δευτεροπαθείς οστικές εντοπίσεις. Τυπικά για το έλεγχο δευτεροπαθών οστικών εντοπίσεων γίνεται το σπινθηρογράφημα οστών. Το ραδιοφάρμακο επιλογής είναι το

Tc-99m (Τεχνήτιο-99-μετασταθές) επισημανσμένο με διφωσφωνικά παράγωγα. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο είναι το Tc-99m MDP. Τα διφωσφωνικά παράγωγα εμφανίζουν οστεόφιλη συμπεριφορά και μετά την χορήγησή τους επικάθονται στους κρυστάλλους του υδροξυαπατίτη στα οστά. Στον ασθενή χορηγούνται ενδοφλεβίως 20mCi (740MBq) Tc-99m MDP. Η απεικόνιση με γ-camera γίνεται συνήθως μετά την πάροδο περίπου 3-4 ωρών. Πολύ σημαντική είναι η καλή ενυδάτωση τόσο μετά την χορήγηση όσο και μετά την απεικόνιση.

Οι περιοχές αυξημένης οστεοβλαστικής δραστηριότητας και αιμάτωσης εμφανίζουν μεγαλύτερη πρόσληψη του ραδιοφάρμακου ενώ οστεολυτικές βλάβες με μειωμένη αιμάτωση έχουν χαμηλή πρόσληψη αυτού.

Εκτός όμως από την απλή απεικόνιση των οστικών μεταστάσεων, η συμβατική πυρηνική ιατρική χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο ανταπόκρισης του πρωτοπαθούς ή μεταστατικού καρκίνου στην λαμβανόμενη θεραπεία. Η ανταπόκριση αυτή παρακολουθείται με μία σειρά ολόσωμων σπινθηρογραφημάτων των οστών με Tc99-m MDP.

Άλλη μία πολύ σημαντική εφαρμογή της συμβατικής πυρηνικής ιατρικής είναι και η αξιολόγηση τυχόν λεμφαδενικών μεταστάσεων. Η ανίχνευση μεταστάσεων στους λεμφαδένες δείχνει



↑ Εικόνα 9 | PET/CT απεικόνιση με 18F-FDG σε καρκίνο προστάτη.

κακή πρόγνωση για ασθενείς με καρκίνο του προστάτη. Μια πολύ χρήσιμη τεχνική για την αξιολόγηση των λεμφαδενικών μεταστάσεων, είναι η απεικόνιση του λεγόμενου λεμφαδένα φρουρού (λεμφαγγειογραφία). Η πυρηνική ιατρική είναι ικανή να απεικονίσει τον λεμφαδένα φρουρό και να παρουσιάσει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες για τους λεμφαδένες.

Η απεικόνιση μπορεί να γίνει είτε με επίπεδες λήψεις είτε με τομογραφικές λήψεις SPECT/CT.

Ο ιχνηθέτης επιλογής είναι το Tc-99m -Nanocolloid με συνήθεις δόσεις χορήγησης 2-8 mCi. Ο λεμφαδένας φρουρός αφού εντοπιστεί μπορεί να αφαιρεθεί χειρουργικά και να σταλεί για εξέταση. Ωστόσο η μέθοδος δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη.[30]

Η πυρηνική ιατρική ως μέθοδος απεικόνισης, τις τελευταίες δεκαετίες παρουσιάζει τεράστιες και συνεχείς εξελίξεις που αφορούν τόσο την τεχνολογία και τα συστήματα που χρησιμοποιεί όσο και τα ραδιοφάρμακα για την εντόπιση των διάφορων ασθενειών. Αδιαμφισβήτητη η εισαγωγή της τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων ή PET, συνδεδεμένη με την υπολογιστική τομογραφία (PET/CT) αποτελεί την μεγαλύτερη πρόοδο που παρουσίασε ο τομέας της απεικόνισης.

Ομολογουμένως η μέθοδος PET/CT είναι σε θέση να δώσει πληροφορίες σχετικά με την έκταση της νόσου, την υποπτευόμενη υποτροπή, την ανταπόκριση στην θεραπεία, την αλλαγή του θεραπευτικού σχήματος καθώς και την σταδιοποίηση. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι ιχνηθέτης στην PET/CT για την μεγαλύτερη ομάδα παθήσεων είναι το 18F-FDG. Το σύνθετος πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι η χορήγηση ενδοφλεβίως, 150-370 MBq 18F-FDG και απεικόνιση ολόκληρου του σώματος μετά από 60 λεπτά. Έχει αποδειχθεί ότι

είναι πολύ χρήσιμο και πλέον το πιο ισχυρό διαγνωστικό εργαλείο για την αξιολόγηση των μεταστάσεων των λεμφαδένων και των οστών σε ασθενείς με καρκίνο προστάτη, δεδομένου ότι μπορεί να απεικονίσει ταυτόχρονα τον μαλακό ιστό και τα οστά και να δώσει μια ποσοτικοποιημένη έκφραση αλλαγής χρησιμοποιώντας την τυποποιημένη τιμή πρόσληψης (SUV) η οποία αυξάνει κατά πολύ στις οστικές ή στις λεμφαδενικές μεταστάσεις. Ακόμα μπορεί είναι χρήσιμη μέθοδος για τον έλεγχο μετά από υποτροπή (άνοδο) του PSA και για την αξιολόγηση της ανταπόκρισης της θεραπείας καθώς έγκαιρα μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή του θεραπευτικού σχήματος.[31-33]

Η εφαρμογή της PET/CT ωστόσο δεν περιορίζεται μόνο στην χρήση του 18F-FDG για την αξιολόγηση του καρκίνου του προστάτη. Ενώ φαίνεται ο μεταβολισμός της γλυκόζης να αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό των καρκινικών κυττάρων (λόγω του μεγάλου πολλαπλασιασμού τους), στον καρκίνο του προστάτη τα κύτταρα βασίζονται περισσότερο στον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων σε σύγκριση με τη γλυκόλυση. Πρόσφατα λοιπόν, επαναπροσδιορίστηκε η εφαρμογή και η χρήση ιχνηθετών με βάση την χολίνη και το οξικό οξύ για την αξιολόγηση του προστατικού καρκινώματος.

Το πλέον μελετημένο ραδιοφάρμακο είναι ο 11C-Choline για PET / CT, ο οποίος εμφάνισε αυξημένη ευαισθησία για τις μεταστάσεις των λεμφαδένων και των οστών σε σύγκριση με το πρότυπο απεικόνισης (CT και Tc-99m MDP bone scan). Ένας σημαντικός περιορισμός στην σάρωση με 11C-χολίνη PET/CT είναι μειωμένη ευαισθησία σε ασθενείς με χαμηλότερες τιμές PSA. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο 11C-Choline έχει εγκριθεί για χρήση μόνο μετά από υποτροπή (δηλ. σταδιακή

αύξηση) του PSA.[34]

Με την ανάπτυξη ωστόσο, καινούργιων ικνηθετών, πιο ειδικών για τον καρκίνο του προστάτη η κατάσταση αυτή μοιάζει να αλλάζει. Οι πλέον ειδικοί ικνηθέτες για τον καρκίνο του προστάτη στοχεύουν σε συγκεκριμένες ουσίες εντός του αδένα οι οποίες είναι στενά συνδεδεμένες με την παθοφυσιολογία του.

Ο πιο μελετημένος παράγοντας στόχευσης είναι το ειδικό μεμβρανικό αντιγόνο του προστάτη (prostate specific membrane antigen) ή PSMA με βάση το οποίο δημιουργήθηκε το αντίστοιχο PSMA PET scan. Το PSMA είναι μια διαμεμβρανική πρωτεΐνη τύπου II, που υπερεκφράζεται στα καρκινικά κύτταρα σε σχέση με τα φυσιολογικά προστατικά κύτταρα.

Οι νεότεροι ικνηθέτες μοριακής απεικόνισης, είναι καλύτερα προσδεδεμένοι με το PSMA, και μέχρι στιγμής έδειξαν μεγαλύτερη ευαισθησία και ειδικότητα στον καρκίνο επιτρέποντας τη βελτίωση της ανίχνευσης του εντός των αδένων. Αυτά τα χαρακτηριστικά του PSMA το καθιστούν έναν βέλτιστο στόχο για την ανάπτυξη στρατηγικών απεικόνισης και θεραπείας για τον καρκίνο του προστάτη. Στην PET/CT απεικόνιση πλέον κατά τη διενέργεια της παραπάνω μεθόδου, το πιο ευρέως μελετημένο ραδιοϊσότοπο είναι το ^{68}Ga (Γάλλιο-68), το οποίο είναι ικνηθέτης PET και εκπομπός β^+ ακτινοβολίας, ενέργειας 510 KeV με χρόνο ημίσειας ζωής 68 λεπτά και δεσμεύεται στο PSMA. Οι συνήθεις δόσεις χορήγησης είναι 650-1450 MBq και η απεικόνιση PET/CT γίνεται 60 λεπτά αργότερα.

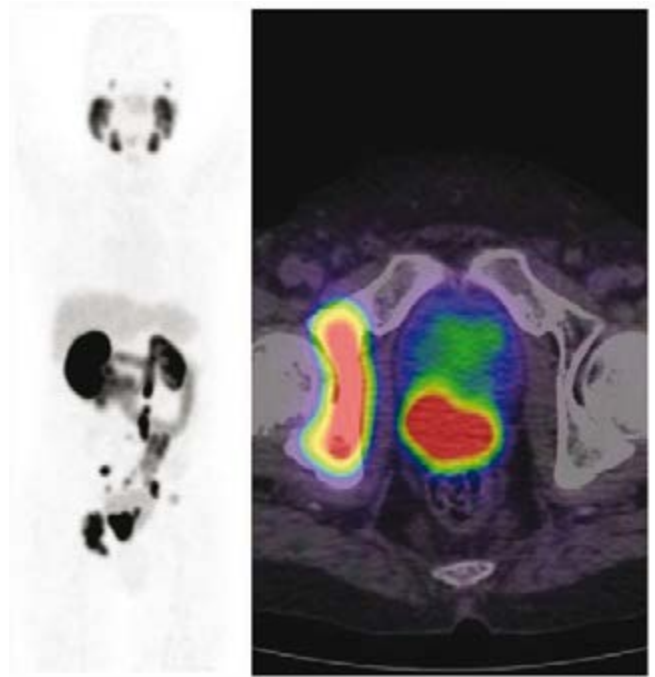
Το ^{68}Ga -PSMA παρουσιάζει εξαιρετική ευαισθησία και στην απεικόνιση του πρωτοπαθούς όγκου εντός του αδένα. Οι περισσότερες τεχνικές και τα διάφορα ραδιοφάρμακα για PET/CT απεικόνιση επικεντρωνότουσαν μόνο στην απεικόνιση της υποτροπής και στην σταδιοποίηση, έχοντας μηδαμινή ισχύ στην απεικόνιση του πρωτοπαθούς όγκου.

Μία εξαιρετικά καινοτόμα έρευνα συνδύασε την υβριδική τεχνική PET/MRI με την χρήση του ^{68}Ga -PSMA αλλά και με PET/CT έχοντας ως αποτέλεσμα εξαιρετική ευαισθησία και ειδικότητα (80% και 75%) στην ανεύρεση του πρωτοπαθούς καρκίνου του προστάτη ακόμα και σε πολύ πρώιμα στάδια.

Τέλος υπάρχει και ένα πλήθος άλλων ικνηθετών για PET απεικόνιση όπως το ^{18}F -FACBC, το ^{18}F -DCFBC, το ^{18}F -Choline και ο ^{11}C -Acetate οι οποίοι παρουσιάζουν μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον και βρίσκονται εν αναμονή των αποτελεσμάτων τους. [35-38]

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Η εργασία αυτή ανέλυσε όλες τις σύγχρονες απεικονιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην καθ' ύλην κλινική πρακτική για τον καρκίνο του προστάτη. Αυτές ήταν η Υπερηχογραφία, η Υπολογιστική Τομογραφία, η Μαγνητική Τομογραφία και η Πυρηνική Ιατρική. Μετά την βιβλιογραφική έρευνα που έγινε για κάθε μία ξεχωριστά φαίνεται, ότι η υπερηχογραφία αποτελεί βασική μέθοδο για την πρωταρχική διερεύνηση του καρκίνου του προστάτη



↑ Εικόνα 10 | Απεικόνιση πρωτοπαθούς όγκου προστάτη με ^{68}Ga -PSMA.

Η Υπολογιστική Τομογραφία έχει μικρή αλλά σημαντική κλινική εφαρμογή, αλλά η Υπολογιστική Τομογραφία αιμάτωσης μπορεί να αναδειχθεί ένα χρήσιμο και εναλλακτικό κλινικό εργαλείο.

Στην συνέχεια η Μαγνητική Τομογραφία αποτελεί μία από τις πιο ευαίσθητες τεχνικές με πλήθος χρήσιμων πληροφοριών. Το μέλλον ανήκει στην Πολυπαραμετρική Μαγνητική Τομογραφία που συνδυάζει διάφορες τεχνικές μαγνητικού συντονισμού. Τέλος οι τεχνικές της Μαγνητικής Φασματοσκοπίας και Μαγνητικής Ελαστογραφίας παρουσιάζουν αξιόλογα δείγματα με την τελευταία να αποτελεί την πιο ελπιδοφόρα εξέλιξη.

Το τελευταίο κομμάτι της Πυρηνικής Ιατρικής κατέστησε σαφές ότι η συμβατική Πυρηνική Ιατρική είναι η πιο ευαίσθητη μέθοδος και αυτή που εφαρμόζεται κυρίως για την αξιολόγηση οστικών αλλά και λεμφαδενικών μεταστάσεων.

Η PET-CT απεικόνιση όμως, και μελλοντικά η PET-MRI θα έχουν πιο κυρίαρχο ρόλο. Το βασικό ραδιοφάρμακο για την μοριακή απεικόνιση PET παραμένει το ^{18}F -FDG αλλά η εισαγωγή κυρίως του ^{68}Ga -PSMA αλλάζει δραματικά τα μέχρι τώρα δεδομένα.

Απαιτείται ωστόσο επιπλέον μελέτη και έρευνα για να αναδειχθούν όλες οι νέες τεχνικές αυτές χρήσιμα και αποδεκτά διαγνωστικά μέσα για την απεικόνιση του καρκίνου του προστάτη. Ακόμα, για την επιτυχή καθιέρωση των συγκεκριμένων τεχνικών στην κλινική πρακτική, αναγκαία και κομβικής σημασίας κρίνεται η επαρκής εκπαίδευση και η ενημέρωση όλων των επαγγελματιών υγείας που ενασχολούνται με την ιατρική απεικόνιση καθώς είναι οι πλέον αρμόδιοι για την ορθή εφαρμογή τους.

- [1] Saradwata Sarkar, Sudipta Das: "A Review of Imaging Methods for Prostate Cancer Detection", Biomedical Engineering and Computational Biology, 2016:7 (S1) 1-15.
- [2] <https://kafetsoulis-urology.gr/υπερηχογράφημα-προστάτη>
- [3] T.Kuru, J.J.Futterer, J.Schiffmann, D.Porres, G.Solomon, A.Rastinehad: "Transrectal Ultrasound (US), Contrast-enhanced US, Real-time Elastography,
- [4] HistoScanning, Magnetic Resonance Imaging (MRI), and MRI-US Fusion Biopsy in the Diagnosis of Prostate Cancer", European Urology Focus September 2015 Volume 1, Issue 2, Pages 117-126.
- [5] www.medschool.umaryland.edu, "Targeted MRI/Ultrasound Beats Standard Biopsy to Detect High-Risk Prostate Cancer".
- [6] G.Tran, M.Leapman, H.Nguyen, J.Cowan, K.Shimohara, A.Westphalen, P.Carroll: "Magnetic Resonance Imaging-Ultrasound Fusion Biopsy During Prostate Cancer Active Surveillance", European Urology, August 2017 Volume 72, Issue 2, Pages 275-281.
- [7] Info Urology: "Απεικόνιση του καρκίνου του προστάτη: Τι νέο υπάρχει;", Τεύχος 83 - Ιούλιος - Αύγουστος - Σεπτέμβριος 2016, ISSN 1109-1886.
- [8] J.M.Correas, A.M.Tissier, A.Khairoun, G.Khoury, D.Eiss, O.Helenon: "Ultrasound elastography of the prostate: State of the art.", Diagnostic and Interventional Imaging (2013) 94,551-560.
- [9] J.Gennison, T.Deffieux, M.Fink, M.Tanter: "Ultrasound Elastography: Principles and Techniques", Diagnostic and Interventional Imaging (2013) 94,487-495.
- [10] Ahmad S, Cao R, Varghese T, Bidaut L, Nabi G: "Transrectal quantitative shear wave elastography in the detection and characterisation of prostate cancer:", Surg Endosc. 2013;27:3280-3287.
- [11] Sunao Shoji, Akio Hashimoto, Tomoya Nakamura, Shinichiro Hiraiwa, Haruhiro Sato, Yoshinobu Sato, Takuma Tajiri, Akira Miyajima: "Novel application of three-dimensional shear wave elastography in the detection of clinically significant prostate cancer", Biomedical Reports. 2018 Apr 8(4):373-377.
- [12] Schiffmann J, Manka L, Boehm K, Leyh-Bannurath SR, Karakiewicz PI, Graefen M, Hammerer P, Salomon G: "Controversial evidence for the use of HistoScanning in the detection of prostate cancer.", World J Urol. 2015 Dec;33(12):1993-9. doi: 10.1007/s00345-015-1555-y.
- [13] Petr V. Glybochko a, Yuriy G. Alyaev b, Alexandr V. Amosov b, German E. Krupinov b, Dror Nir c, Mathias Winkler d, Timur M. Ganzha: "Evaluation of Prostate HistoScanning as a Method for Targeted Biopsy in Routine Practice.", EUF-358; No. of Pages 7. European Urology Focus (2017).
- [14] M.Hamann, C.Hamann, A. Trettel, K P Jünemann: "Computer-aided transrectal ultrasound: does prostate HistoScanning improve detection performance of Weighted MRI of the Prostate.", MDPI, <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>, 2016.
- [22] E.Panagiotaki, R.W.Chan, N.Dikaio, U.Ahmed, J.O'Callaghan, A.Freeman, D.Atkinson, S.Punwani, D.J.Hawkes, D.Alexander: "Microstructural Characterization of Normal and Malignant Human Prostate Tissue With Vascular, Extracellular, and Restricted Diffusion for Cytometry in Tumours Magnetic Resonance Imaging", Investigative Radiology, Volume 00, Number 00, (2015).
- [23] Tofts PS, Brix G, Buckley DL, Evelhoch JL, Henderson E, Knopp MV, Larsson HB, Lee TY, Mayr NA, Parker GJ, Port RE, Taylor J, Weisskoff RM: "Estimating kinetic parameters from dynamic contrast-enhanced T(1)-weighted MRI of a diffusible tracer: standardized quantities and symbols.", J Magn Reson Imaging. 1999 Sep;10(3):223-32.
- [24] N.Tayari, A.Heerch, T.W.J.Scheenen, T.Kobus: "In vivo MR spectroscopic imaging of prostate, from application to interpretation.", Analytical Biochemistry 529 (2017), 158-170.
- [25] https://mriandmedicalimaging.blogspot.com/2011/12/blog-post_7607.html?pref=fb.
- [26] A. M.Lahoti, A. Parshuram Dhok, C.R.Rantraparkhi, J.S.Rawat, N.U.Chandak, H.S.Tawari: "Role of Magnetic Resonance Imaging, Magnetic Resonance Spectroscopy and Transrectal Ultrasound in Evaluation of Prostatic Pathologies with Focus on Prostate Cancer.", Pol J Radiol, 2017; 82: 827-836.
- [27] Magnetic Resonance Elastography of Prostate Cancer by Ramin Sebastian Sahebjavaher B.A.Sc., University of British Columbia, 2006 M.A.Sc., University of British Columbia, 2008: A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF Doctor of Philosophy, in The Faculty of Graduate and Postdoctoral Studies (Biomedical Engineering), The University of British Columbia (Vancouver) September 2013, © Ramin Sebastian Sahebjavaher, 2013.
- [28] Kay M. Pepin, Richard L. Ehman, Kieran P. McGee: "Magnetic resonance elastography (MRE) in cancer: Technique, analysis, and applications.", Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2015 Nov; 8: 32-48.
- [29] Sahebjavaher RS, Baghani A, Honarvar M, Sinkus R, Salcudean SE: "Transperineal prostate MR elastography: initial in vivo results.", Magn Reson Med. 2013;69:411-420.
- [30] Dr Λήδα Γώγου: "Μαθήματα πυρηνικής ιατρικής", Β' έκδοση, εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., 2015, ISBN: 9603519545.
- [31] Dr Λήδα Γώγου: "18F-FDG PET", εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., 2004, ISBN:960-351-528-0.
- [32] Andres F. Correa, Marc C. Smaldone: "PET/CT for Prostate Cancer: From

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- prostate cancer in repeat biopsies?", BMC Urol. 2015; 15: 76. doi: 10.1186/s12894-015-0072-z.
- [15] J Gossner: "Computed Tomography Of The Prostate- A Review.", The Internet Journal of Radiology. 2012 Volume 14 Number 1.
- [16] El bieta uczy ska, Sylwia Heinze-Paluchowska, Pawe Blecharz, Barbara Jerezec-Fossa, Giuseppe Petralia, Massimo Bellomi, Andrzej Stelmach: "Correlation between CT Perfusion and ClinicoPathological Features in Prostate Cancer: A Prospective Study.", Med Sci Monit. 2015; 21: 153-162 DOI: 10.12659/MSM.891401.
- [17] Cullu N, Kantarci M, Ogul H, Adanur S, Okur A, Koc E, Pirimoglu B, Karaca L, Kizrak Y, Polat O: "Feasibility study of CT perfusion imaging for prostate carcinoma.", Eur Radiol. 2014 Sep;24(9):2236-44. doi: 10.1007/s00330-014-3212-z.
- [18] Peter Reimer Paul M. Parizel James F. M. Meaney Falko A. Stichnoth (Eds): "Κλινική Μαγνητική Τομογραφία, Μία πρακτική προσέγγιση", ελληνική έκδοση, ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντίνος, 2013, ISBN: 978-960-6802-50-8.
- [19] Hüseyin Cihan Demirel, John Warren Davis: "Multiparametric magnetic resonance imaging: Overview of the technique, clinical applications in prostate biopsy and future directions", Turk J Urol. 2018 Mar;44(2):93-102. doi: 10.5152/tud.2018.56056.
- [20] Sangjun Yoo, Jeong Kon Kim, In Gab Jeong: "Multiparametric magnetic resonance imaging for prostate cancer: A review and update for urologists", Korean J Urol. 2015;56:487-497. <http://dx.doi.org/10.4111/kju.2015.56.7.487> pISSN 2005-6737 • eISSN 2005-6745.
- [21] Roger Bourne, Eleftheria Panagiotaki: "Limitations and Prospects for Diffusion-Weighted MRI of the Prostate.", Renal & Urology News, November 08, 2017, <https://www.renalandurologynews.com/prostate-cancer/prostate-cancer-pet-ct-aids-diagnosis-detection-metastasis-monitoring/article/706150/>
- [33] Tara Barwick: "PET/CT imaging in prostate cancer", Barwick Cancer Imaging 2015, 15(Suppl 1):O15 <http://www.cancerimagingjournal.com/content/15/S1/O15>
- [34] A. Matti, G. M. Lima, L. Zanoni, C. Pultrone, R. Schiavina, F. Lodi, S. Fanti, C. Nanni: "Interpretation of IIC-choline PET/CT for the diagnosis of local relapse in radically treated prostate cancer.", European Journal of Hybrid Imaging EJNMMI Multimodality Journal 2017:5, <https://doi.org/10.1186/s41824-017-0007-x>.
- [35] Omar Alonso, Gerardo dos Santos, Margarita Garcia Fontes, Henia Balter, Henry Engler: "68Ga-PSMA and IIC-Choline comparison using a tri-modality PET/CT-MRI (3.0 T) system with a dedicated shuttle.", European Journal of Hybrid Imaging (2018) 2:9, DOI 10.1186/s41824-018-0027-1.
- [36] Afshar-Oromieh A, Malcher A, Eder M, et al.: "PET imaging with a [68Ga] gallium-labelled PSMA ligand for the diagnosis of prostate cancer: biodistribution in humans and first evaluation of tumour lesions.", Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2013;40(4):486-495.
- [37] V. Haibach, FP.Kuhn, F.Wiesinger et al.: "PET-MR imaging using a tri-modality PET/CT-MR system with a dedicated shuttle in clinical routine.", MAGMA (2013), 26(1): 25-35.
- [38] Eiber M, Nekolla SG, Maurer T: "(68)Ga-PSMA PET/MR with multimodality image analysis for primary prostate cancer", Abdom Imaging. 2015 Aug;40(6):1769-71.

BIG DATA ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ

Η ταχεία αύξηση του αριθμού των δεδομένων που καταγράφονται ηλεκτρονικά ως μέρος των συνήθων ιατρικών παρεμβάσεων, έχει προκαλέσει μεγάλο ενδιαφέρον στη χρήση μεθοδολογιών Big Data για την αντιμετώπιση κλινικών και ερευνητικών ζητημάτων. Αυτές οι μέθοδοι μπορούν να αναλύσουν αποτελεσματικά και να παρέχουν πληροφορίες από σύνολα δεδομένων μεγάλου όγκου, μεγάλης ποικιλίας και υψηλής ανάπτυξης που παράγονται στο σύνολο της φροντίδας, αφαιρώντας έτσι το χρόνο, το κόστος και την προσπάθεια πιο εστιασμένης και ελεγχόμενης έρευνας που βασίζεται σε υποθέσεις. Με βάση μια ήδη υπάρχουσα ισχυρή υποδομή τεχνολογίας πληροφοριών και χρονίων αρχειοθετημένων ψηφιακών δεδομένων, τα τμήματα ακτινολογίας είναι ιδιαίτερα κατάλληλα

σχεδιασμένα να επωφεληθούν από τις αναδυόμενες τεχνικές Big Data. Σε αυτήν την ανασκόπηση, παρέχουμε μια γενική εικόνα του κύκλου υιοθέτησης μεγάλων δεδομένων και περιγράφουμε τον τρόπο με τον οποίο τα ακαδημαϊκά, και όχι μόνο, τμήματα ακτινοτεχνολογίας μπορούν να προωθήσουν την ανάπτυξη μεγάλων δεδομένων.

ΣΟΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ
BSC, MSC, PHD© , ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΟΣ
ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΝΙΚΑΙΑΣ, ΑΓ. ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΩΝ

ΧΡΥΣΑΦΙΤΟΥ ΚΥΡΙΑΚΗ,
ΑΠΟΦΟΙΤΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΑΤΕΙ ΑΘΗΝΩΝ



Η πρόοδος στην ιατρική αποτελεί, παραδοσιακά, αποτέλεσμα έρευνας με βάση την υπόθεση, συχνά με τη μορφή ελεγχόμενων κλινικών δοκιμών. Σε αυτή την προσέγγιση, μια καθοριστική κλινική μεταβλητή προσδιορίζεται εκ των προτέρων και γίνεται προσπάθεια - μέσω της επιλογής ασθενών και προκαθορισμένων ερευνητικών πρωτοκόλλων - για τον έλεγχο των διαφορών, συχνά συσχεόμενων, μεταβλητών και την απομόνωση του αποτελέσματος της μεταβλητής που μας ενδιαφέρει. Αν και αυτή η προσέγγιση είναι αποτελεσματική, μπορεί να καταλήξει ανέφικτη, χρονοβόρα και δαπανηρή, η διεξαγωγή τέτοιων ελεγχόμενων δοκιμών για κάθε μία από τις αμέτρητες παραλλαγές των δημογραφικών στοιχείων, της παθοφυσιολογίας των ασθενών και της κλινικής λήψης αποφάσεων που προσδιορίζουν κάθε περίπτωση. Πολλοί ερευνητές βλέπουν προ-

οπτική στη μελέτη με βάση τα συγκεκριμένα δεδομένα, στην οποία επιτρέπεται η επέμβαση και οι φυσικές παραλλαγές στην παροχή φροντίδας από ασθενή σε ασθενή μελετώνται συνολικά για τον προσδιορισμό της επίδρασης καθενός σχιστικά με το συνολικό αποτέλεσμα (1,2). Αυτός ο τύπος έρευνας βασίζεται σε αναλυτικές μεθόδους από την αναδυόμενη επιστήμη της πληροφορικής «Big Data». Τα «μεγάλα δεδομένα» αναφέρονται σε εξαιρετικά περίπλοκα σύνολα δεδομένων που χαρακτηρίζονται από τέσσερα στοιχεία: Όγκος (Velocity), ο οποίος αναφέρεται στον τεράστιο αριθμό στοιχείων δεδομένων μέσα σε αυτά τα εξαιρετικά μεγάλα σύνολα δεδομένων. Ποικιλία (Variety), η οποία περιγράφει τη συγκέντρωση δεδομένων από πολλαπλές πηγές. Ταχύτητα (Volume), η οποία αναφέρεται στην υψηλή ταχύτητα με την οποία παράγονται τα δεδομένα και την ακεραι-

Λέξεις κλειδιά:

Ακτινολογία,
πληροφορική,
εξατομικευμένη
ιατρική, ροή εργασίας,
Big Data

Key words

Radiology, Computing,
Personalized
Medicine, Workflow,
Big Data

ότητα (Veracity), η οποία περιγράφει την εγγενή αβεβαιότητα σε ορισμένα στοιχεία δεδομένων (3,4).

Οι πρώιμες εφαρμογές των Big Data στην υγειονομική περίθαλψη - όπως μια πλατφόρμα πληροφορικής για την ενσωμάτωση της νεογνικής φυσιολογικής παρακολούθησης για την πρόβλεψη της εμφάνισης των νοσοκομειακών λοιμώξεων πριν από την εμφάνιση των κλινικών συμπτωμάτων (5) - έδωσαν πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα. Η εισαγωγή των Big Data είναι ιδιαίτερα σημαντική στην ακτινολογία, αφού σχεδόν πριν από δύο δεκαετίες υιοθετήθηκαν ψηφιακές ροές εργασίας και ηλεκτρονική ενσωμάτωση πληροφοριών για την υγειονομική περίθαλψη ώστε τώρα απολαμβάνεται μια ώριμη υποδομή πληροφορικής (IT) η οποία έχει ουσιαστικά εξαλείψει τη χρήση μη διευθετημένων δεδομένων (6). Ως αποτέλεσμα, οι πληροφορίες έχουν γίνει το εργαλείο της ακτινολογίας και οι ηλεκτρονικά προσβάσιμες πληροφορίες - το βασικό συστατικό που απαιτείται για τη διαχείριση των Big Data analytics - διατίθενται σε τεράστιες ποσότητες στα πληροφοριακά συστήματα στο κέντρο κάθε σύγχρονου τμήματος ακτινολογίας.

Ιστορικά, η ροή εργασίας των τμημάτων ακτινολογίας ήταν σχετικά απλή. Ξεκινώντας από τις πρακτικές της απεικόνισης και τελειώνοντας με μια γνωμάτευση που παραδίδεται από τον ιατρό ακτινολόγο (7). Με την εμφάνιση των συστημάτων αρχειοθέτησης και επικοινωνίας εικόνων (PACS) το 1982, η ροή εργασίας των τμημάτων ακτινολογίας αυξήθηκε με τεχνολογική πολυπλοκότητα. Σήμερα, αρχίζει συνήθως με ένα ηλεκτρονικό αίτημα για απεικόνιση που γίνεται από έναν αναφερόμενο γιατρό από το EMR (ELECTRONIC MEDICAL RECORD), ακολουθούμενη από τον προγραμματισμό ασθενών στο σύστημα πληροφοριών ακτινολογίας (radiology information system - RIS), την απόκτηση ολοκληρωμένων εικόνων και την ηλεκτρονική αποθήκευση, την ερμηνεία των εικόνων στο PACS, την επικοινωνία των κρίσιμων αποτελεσμάτων και τη δημιουργία μιας αναφοράς στο EMR για ανασκόπηση από τον θεράποντα ιατρό, προαιρετικά ακολουθούμενη από αξιολόγηση από άλλους ιατρούς. Η συμπερίληψη των ανταλλαγών

The rapidly increasing number of data, recorded electronically as part of routine medical interventions has been of great interest in using Big Data methodologies to address clinical and research issues. These methods can efficiently analyze and provide information from great variety and high-growth data sets produced in all healthcare, thus removing the time, costs and effort of more focused and controlled research that is based on assumptions. Based on an already existing powerful information technology infrastructure and archived digital data, radiology departments are particularly well suited to benefit from Emerging Big Data techniques. In this review, we provide a general picture of the large data adoption cycle and describe how academic, and not only, parts of the radiotechnology can promote the development of large data.

πληροφοριών για την υγεία (HIE) επιτρέπεται τα δεδομένα ασθενών που παράγονται και σε άλλες εγκαταστάσεις υγείας ώστε να συμπληρώνουν τη σύγχρονη ροή εργασίας του Απεικονιστικού εργαστηρίου. Για την παρακολούθηση αυτής της περίπλοκης ηλεκτρονικής ροής εργασίας, τα συστήματα ακτινολογίας πρέπει να διαθέτουν εξελιγμένη υποδομή πληροφορικής ικανή να ενσωματώνει δεδομένα από τα EMR,

RIS, PACS και HIE (8). Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμεύσουν ως βάση για εργαλεία ανάλυσης και επεξεργασίας, που επιτρέπουν στα τμήματα ακτινολογίας να διαχειρίζονται καλύτερα την κλινική εργασία τους (9-11).

Παράδειγμα: Ακτινολόγος ιατρός, τεχνολόγος ακτινολόγος και κλινική αποτελεσματικότητα

Τα Νοσηλευτικά ιδρύματα μπορούν πλέον να παρακολουθήσουν μια ποικιλία επιχειρησιακών δεδομένων που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα, συμπεριλαμβανομένων των μεταβολών στον όγκο (ποσότητα) των απεικονίσεων, των ποσοστών χρήσης συγκεκριμένων σαρωτών σε διαφορετικές ώρες της ημέρας, της τεχνολογικής διάταξης του σαρωτή και των χρόνων ανάκτησης της γνωμάτευσης από το ιατρικό προσωπικό. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να επιφέρουν σημαντικές βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των τμημάτων. Για παράδειγμα, τα εργαλεία εξόρυξης δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξετάσουν τη λειτουργικότητα του τμήματος και να βελτιστοποιήσουν μελλοντικά τη στελέχωση για περιόδους αναμενόμενης χρήσης υψηλής χρήσης απεικόνισης, οι οποίες μπορεί να αντικατοπτρίζουν θεσμικούς παράγοντες όπως το χρονοδιάγραμμα των κλινικών υποσυγκέντρωσης και απογραφής ασθενών ή ευρύτερες τάσεις, ή εποχιακές διακυμάνσεις της ζήτησης για συγκεκριμένους τύπους απεικόνισης (π.χ. ακτινογραφίες θώρακος κατά τη διάρκεια της εποχής της γρίπης). Οι μετρήσεις της αποτελεσματικότητας του απεικονιστικού τμήματος δεν πρέπει να βασίζονται εξ ολοκλήρου στα διαθέσιμα δεδομένα εντός των επιμέρους ιδρυμάτων. Στην πραγματικότητα, τα BigData methods μπορούν να βοηθήσουν στην ανταλλαγή πληροφοριών από πολλαπλά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Σε αυτή την εφαρμογή, τα Big Data μπορούν να βοηθήσουν στην αποκάλυψη ευρύτερων περιφερειακών τάσεων, στον όγκο απεικόνισης και στην αποτελεσματικότητα και μπορεί να διευκολύνει τη δημιουργία εθνικών μητρώων δεδομένων που επιτρέπουν τη σύγκριση μεταξύ των θεσμών και την ανάπτυξη στρατηγικών για τις πρωτοβουλίες βελτίωσης της ποιότητας (12,13). Ένα παράδειγμα είναι το Εθνικό Μητρώο

Δεδομένων Ακτινολογίας (Radiology Data Registry), το οποίο δημιουργήθηκε από το Αμερικανικό Κολέγιο Ακτινολογίας (ACR), το οποίο παρακολουθεί ένα ευρύ φάσμα δόσεων δεδομένων ακτινοβολίας, χρόνων ανακύκλωσης ασθενών, αποτελέσματα μαστογραφίας και καρκίνου του πνεύμονα, από ένα μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων σε πολλαπλά Νοσηλευτικά Ιδρύματα (14).

ΕΜΠΟΔΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Τα τμήματα που αναπτύσσονται κατάλληλα τεχνολογική υποδομή και υποστηρίζουν άτομα με ενδιαφέρον για την κλινική πληροφορική θα είναι σε θέση να επωφεληθούν από την επερχόμενη επανάσταση Big Data. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένες σημαντικές προκλήσεις.

Το απόρρητο των ασθενών. Είναι σαφές ότι τα Big Data εξαρτώνται από την ικανότητα ανταλλαγής κλινικών και εργαστηριακών δεδομένων. Ωστόσο, η κοινοχρησία των δεδομένων αυτών πρέπει να συμμορφώνεται με ηθικούς και νομικούς περιορισμούς που σχετίζονται με την ιδιωτική ζωή των ασθενών. Η πολυμορφία των δεδομένων υψηλής διάστασης. Η ικανότητα να συλλέγονται πληροφορίες από σύνολα δεδομένων με νόημα και αξιοπιστία καθορίζεται από την

ποσότητα και την ποικιλία των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτά τα σύνολα δεδομένων (15). Ωστόσο, καθώς αυξάνεται ο αριθμός ή οι λεπτομέρειες των μεταβλητών που περιλαμβάνονται σε αυτά τα σύνολα δεδομένων, τα δεδομένα καθίστανται όλο και πιο αραιά και οι επιχειρήσεις εξόρυξης μεγάλων δεδομένων με τη σειρά τους παρέχουν ολοένα και πιο αναξιόπιστες πληροφορίες. Στατιστικές προκλήσεις. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων των ιατρικών δεδομένων θα απαιτήσει τη χρήση εξειδικευμένων στατιστικών μεθόδων (16-18). Για παράδειγμα, τα μεγάλα έργα δεδομένων που σχεδιάστηκαν για «βυθοκόρηση δεδομένων» ως μέσο για την αποκάλυψη λεπτών συσχετισμών μεταξύ μεγάλων συνόλων κλινικών μεταβλητών πρέπει να αντιμετωπίσουν την πρόκληση δοκιμών πολλαπλών υποθέσεων, όπου ο μεγάλος αριθμός σχέσεων που εξετάζονται μπορεί να οδηγήσει σε ψευδώς θετικά αποτελέσματα (69)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα μεγάλα δεδομένα θα μεταμορφώσουν την πρακτική της ιατρικής. Μεταξύ των διαφορετικών ειδικοτήτων, η ραδιολογία - η οποία διαθέτει μια ώριμη υποδομή πληροφορικής και πολλά χρόνια διαθεσίμα ψηφια-

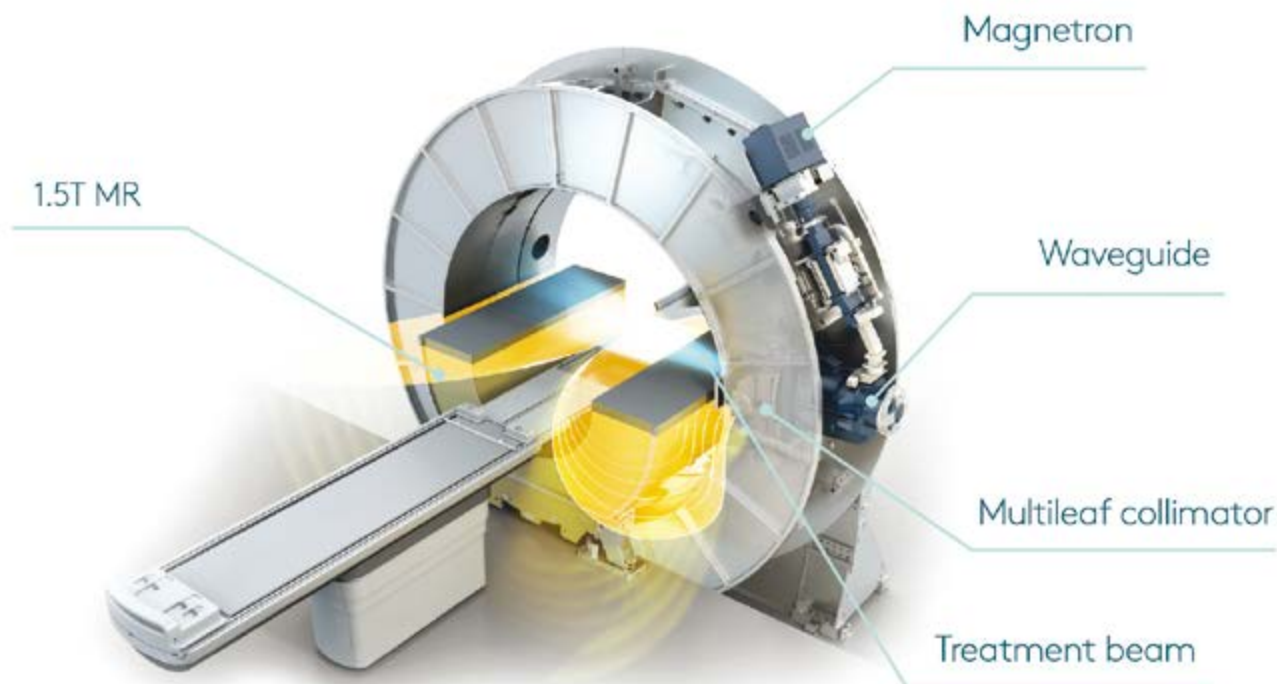
κά δεδομένα - είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για να οδηγήσει και να επωφεληθεί από αυτές τις προόδους. Μεταξύ άλλων εφαρμογών, τα Big Data στην ακτινολογία έχουν την εξουσία να επιτρέπουν την εξατομικευμένη ερμηνεία της εικόνας, την ανακάλυψη νέων δεικτών απεικόνισης, την ποσοτική εκτίμηση της αξίας και τον χαρακτηρισμό της ροής εργασίας. Τα αναλυτικά στοιχεία Big Data έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν λύσεις σε πολλές πολύπλοκες κλινικές, ερευνητικές και εθνοεπιστημονικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα τμήματα ακτινολογίας, παρόλο που πρέπει να γίνουν πολλά ακόμη για να πραγματοποιηθεί αυτή η δυνατότητα. Καθώς το ενδιαφέρον για τα Big Data μεγαλώνει, τα τμήματα μπορούν να πάρουν καθοδήγηση από τον κύκλο υιοθέτησης μεγάλων δεδομένων. Τα εμπλεκόμενα τμήματα ακτινολογίας μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις γνώσεις για να εντοπίσουν συγκεκριμένους τομείς ανάγκης σε υποδομές πληροφορικής και προσωπικό με σχετική εμπειρογνώμοσύνη. Με τις κατάλληλες επενδύσεις στην τεχνολογία και το ταλέντο, τα τμήματα ακτινολογίας μπορούν να στραφούν σταθερά στην επόμενη εποχή της πληροφορικής και της επιστήμης των δεδομένων.

1. Murdoch TB, Detsky AS. The inevitable application of big data to health care. *JAMA* 2013; 309:1351-1352.
2. Badawi O, Brennan T, Celi LA, et al. Making big data useful for health care: a summary of the inaugural MIT critical data conference. *JMIR Med Inform* 2014; 2:e22.
3. McAfee A, Brynjolfsson E. Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review*. 2012.
4. Schroek M, Schockey R. Analytics: The real-world use of big data. Available at: <http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership/ibv-big-data-at-work.html>.
5. Blount M, Ebling MR, Eklund JM, et al. Real-time analysis for intensive care: development and deployment of the Artemis analytic system. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2010; 29:110-118.
6. Avrin DE, Urbaniak TH. Demise of film. *Acad Radiol* 2014; 21:303-304.
7. Khorasani R. You should eliminate paper from your PACS workflow: why and how? *J Am Coll Radiol* 2006; 3:628-629.

- reports. *J Digit Imaging* 2012; 25:30-36.
46. Bhargavan M, Sunshine JH. Utilization of radiology services in the United States: levels and trends in modalities, regions, and populations. *Radiology* 2005; 234:824-832.
12. Bhargavan M, Sunshine JH. Utilization of radiology services in the United States: levels and trends in modalities, regions, and populations. *Radiology* 2005; 234:824-832.
13. Parker L, Levin DC, Frangos A, et al. Geographic variation in the utilization of noninvasive diagnostic imaging: national medicare data, 1998-2007. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194:1034-1039.
14. Patti JA. The national radiology data registry: a necessary component of quality health care. *J Am Coll Radiol* 2011; 8:453.
15. Morrison JJ, Hostetter J, Wang K, et al. Data-driven decision support for radiologists: re-using the National Lung Screening Trial dataset for pulmonary nodule management. *J Digit Imaging* 2015; 28:18-23.
16. Sox HC, Goodman SN. The methods of comparative effectiveness research. *Annu Rev*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

8. Prevedello L, Khorasani R. Which radiology application drives your workflow? Which should? *J Am Coll Radiol* 2013; 10:80-82.
9. Nagy PG, Wamock MJ, Daly M, et al. Informatics in radiology: automated Web-based graphical dashboard for radiology operational business intelligence. *Radiographics* 2009; 29:1897-1906.
10. Lu L, Li J, Gislis P. Improving financial performance by modeling and analysis of radiology procedure scheduling at a large community hospital. *J Med Syst* 2011; 35:299-307.
11. Lakhani P, Kim W, Langlotz CP. Automated detection of critical results in radiology
- Public Health 2012; 33:425-445.
17. Grossmann C, Powers B, Sanders J, et al. Issues and opportunities in the emergence of large health-related datasets. In: Digital data improvement priorities for continuous learning in health and health care: workshop summary. Washington, DC: National Academies Press, 2013; 27-32.
18. Olsen L, Grossmann C, McGinnis JM, et al. Moving forward. In: Learning what works: infrastructure required for comparative effectiveness research: workshop summary. Washington, DC: National Academies Press, 2011; 315-332.



↑Εικόνα 1 | Διατομή του μαγνήτη που δείχνει ταυτόχρονη δέσμη ακτινοβολίας και μαγνητικό πεδίο



ΦΕΡΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ MRI-ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ

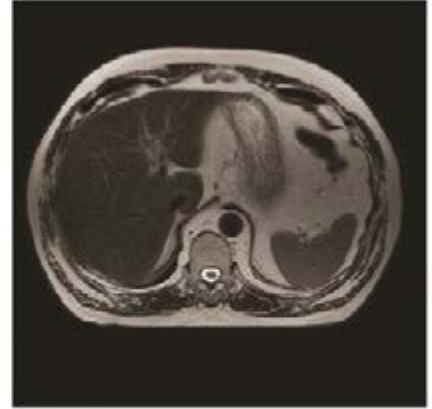
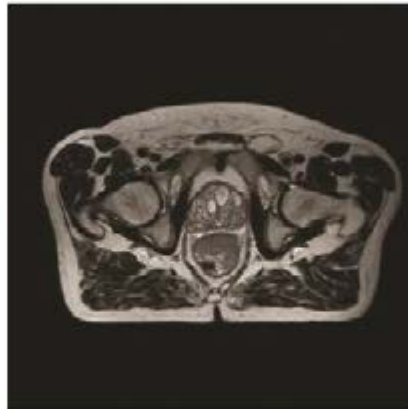


ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ MR / RT - ΜΙΑ ΝΕΑ ΕΠΟΧΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ (ADAPTIVE RADIOTHERAPY)

Η σύγχρονη ακτινοθεραπεία (RT) επιδιώκει να βελτιστοποιήσει τη στόχευση της ακτινοβολίας έτσι ώστε η συνταγογραφούμενη δόση να χορηγηθεί στον ιστό του όγκου ελαχιστοποιώντας ή ακόμη και εξαλείφοντας την έκθεση υγιούς ιστού. Στη συμβατική (standard RT) ακτινοθεραπεία προηγμένες τεχνολογίες απεικόνισης, όπως η μαγνητική τομογραφία (MRI) διαγνωστικής ποιότητας,

οι σαρώσεις υπολογιστικής τομογραφίας (CT), οι υπερηχογραφήσεις ή οι ακτίνες X, χρησιμοποιούνται πριν από τη θεραπεία, ώστε οι ιατροί να μπορούν να απεικονίσουν τη θέση του καρκινικού ιστού και προχωρήσουν στον ανάλογο σχεδιασμό της θεραπείας.

Πολλοί όγκοι εντοπίζονται σε όργανα που μετακινούνται κατά τη διάρκεια της θεραπείας (π.χ., οι πνεύμονες κινούνται καθώς αναπνέουμε), αλλάζουν θέση μεταξύ των συνεδριών θεραπείας ή βρίσκονται κοντά σε κρίσιμα όργανα ή ιστούς. Η απεικόνιση κατά τη διάρκεια της θεραπείας - (Image Guided



Images captured in 2018 on Elekta's high field MR-linac as part of imaging studies.

↑Εικόνα 2 | Εικόνες από υψηλού μαγνητικού πεδίου MR-Linac κατά τις απεικονιστικές μελέτες

Radiation Therapy, IGRT) με τη χρήση υπολογιστικής τομογραφίας (CBCT), υπερηχογραφήματος ή ακτίνων X - μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια της θεραπείας. Ένα βασικό μειονέκτημα αυτών των μορφών απεικόνισης, ωστόσο, είναι η περιορισμένη οπτική διαφοροποίηση μεταξύ των μαλακών ιστών, καθιστώντας δύσκολη την ακριβή διαπίστωση των ορίων μεταξύ του όγκου και του περιβάλλοντος υγιούς ιστού καθώς παρέχεται η δόση ακτινοβολίας. Αντίθετα, η μαγνητική τομογραφία υψηλού μαγνητικού πεδίου διαγνωστικής ποιότητας προκαλεί μεγάλο ενδιαφέρον ως επιλογή που προσφέρει απaráμιλλη οπτική διαφοροποίηση (μαλακού ιστού σε πραγματικό χρόνο και καθιστά δυνατή την πραγματικά εξατομικευμένη θεραπεία ακτινοβολίας.

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΣΘΕΝΗ

Το Unity της εταιρίας ELEKTA, το πρώτο υβριδικό συγκρότημα μαγνητικού τομογράφου και γραμμικού επιταχυντή μαζί (MR-linac) υψηλού μαγνητικού πεδίου (High-field), εισάγει διαγνωστικές εικόνες ποιότητας μαγνητικού τομογράφου

(MR) στην ακτινοθεραπεία. Ποτέ πριν, οι κλινικοί ιατροί δεν είχαν την δυνατότητα να δουν κρυστάλλινες εικόνες MR υψηλού πεδίου κατά τη διάρκεια της χορήγησης της δόσης ακτινοβολίας. Οι 'ζωντανές' εικόνες (live images) συμβάλλουν στη διατήρηση της ακτινοβολίας απευθείας στο στόχο, ακόμη και αν ο όγκος κινηθεί και αλλάξει σχήμα, μέγεθος ή θέση, κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Αυτό επιλύει μια μακροχρόνια, μη καλυπτόμενη ανάγκη, επιτρέποντας στους κλινικούς ιατρούς να βλέπουν πλέον καθαρά τον όγκο κατά τη διάρκεια της θεραπείας και όχι να βασίζονται σε εικόνες που έχουν αποκτηθεί πριν από τη θεραπεία. Η απεικόνιση μαλακών ιστών διαγνωστικής ποιότητας παρέχει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την ανατομία και την παθολογία και θα επιτρέψει την αποτελεσματικότερη λήψη κλινικών αποφάσεων. Η ακριβής οπτική διαφοροποίηση του όγκου από τον κοντινό υγιή ιστό επιτρέπει στους κλινικούς ιατρούς να βλέπουν με σιγουριά και να παρακολουθούν την ακριβή θέση του όγκου σε πραγματικό χρόνο.

ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Το Unity της εταιρίας ELEKTA (υβριδικό

συγκρότημα μαγνητικού τομογράφου και γραμμικού επιταχυντή (MR-linac) είναι πραγματικά πρωτοποριακό γιατί συνδυάζει τα καλύτερα στοιχεία δύο 'προσεγγίσεων', επιτρέποντας ένα νέο μοντέλο-παράδειγμα στην θεραπεία του καρκίνου - μαγνητική ακτινοθεραπεία (MR/RT) (Εικόνα 1). Το MR/RT προσφέρει τη δυνατότητα για πραγματικά εξατομικευμένη θεραπεία για κάθε ασθενή σε κάθε θεραπευτική συνεδρία μέσω:

- Ακριβούς στόχευσης όγκου μέσω της απεικόνισης του στόχου και των γύρω οργάνων σε κίνδυνο (organs-at-risk)
- Προσέγγισης σάρωσης-σχεδίασης-θεραπείας βασισμένης σε ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με την εσωτερική ανατομία του ασθενούς
- Βελτιωμένων θεραπευτικών περιθωρίων και κλασμάτων-φάσεων (fraction regimens)

ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΕΝΑ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΣΩΜΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα του συστήματος Elekta MR-linac σε κλινικό περιβάλλον έχουν αποδειχθεί και ποσοτικοποιηθεί. Τα αποτελέσματα,

που δημοσιεύονται στην Ιατρική Φυσική & Βιολογία, επικυρώνουν περαιτέρω ένα εκτεταμένο πρόγραμμα κλινικής έρευνας όπως αναπτύχθηκε από την κοινοπραξία Elekta MR-linac (Consortium).

MRI-ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΣΤΗ ΚΛΙΝΙΚΗ

Οι κλινικοί ιατροί τελικά παίρνουν στα χέρια τους μια νέα γενιά συστημάτων ακτινοθεραπείας με καθοδηγούμενη εικόνα που καθιστούν δυνατή την απεικόνιση της περιοχής στόχου κατά τη διάρκεια της θεραπείας και την προσαρμογή της δόσης ακτινοβολίας σε πραγματικό χρόνο. Ο Christopher Schultz, ο οποίος είναι καθηγητής και πρόεδρος του Τμήματος Ογκολογίας – Ακτινοθεραπείας στο Ιατρικό Κολέγιο του Wisconsin στο Froedtert Memorial Lutheran Memorial Hospital (Milwaukee), ένα από τα κορυφαία ακαδημαϊκά κέντρα για την αντιμετώπιση του καρκίνου στις ΗΠΑ, πιστεύει ότι η τεχνολογία θα «μετασχηματίσει θεμελιωδώς τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσονται τα συστήματα ακτινοθεραπείας, εφαρμοσμένα και προσαρμοσμένα για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων για τους ασθενείς μας».

Ο Schultz και η ομάδα του είναι ένας από τους πρώτους που υιοθετούν το

σύστημα Unity της Elekta, το οποίο συνδυάζει απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (MR) υψηλού πεδίου, με ένα σύγχρονο γραμμικό επιταχυντή.

Το Unity πιστοποιήθηκε για κλινική χρήση στην Ευρώπη τον Ιούνιο του 2018 και εξασφάλισε την έγκριση των ΗΠΑ (US Clearance) στα τέλη του περασμένου έτους και η ομάδα MCW θεραπεύει τους ασθενείς με το σύστημα που λειτουργεί βασισμένο στο MR από τον Ιανουάριο.

Σύμφωνα με τον Schultz, η ενσωμάτωση της απεικόνισης διαγνωστικής ποιότητας στο σύστημα θεραπείας προσφέρει μια πορεία προς την εξατομικευμένη θεραπεία που είναι προσαρμοσμένη στον όγκο και την ανατομία του κάθε ασθενούς και επιτρέπει επίσης στους κλινικούς γιατρούς να προσαρμόζουν τη θεραπεία σε πραγματικό χρόνο καθώς ο όγκος αλλάζει σχήμα και θέση. «Η καθοδήγηση της εικόνας πιο κοντά στην παροχή θεραπείας και η συμπίκνωση της διάρκειας ροής εργασίας από μια εβδομάδα ή και περισσότερο (που διαρκούσε στο παρελθόν) σε ώρες, είναι πραγματικά ισχυρή», σχολιάζει. «Υπάρχει μια πραγματική ευκαιρία για να βελτιωθεί η ακρίβεια της ακτινοθεραπείας και αυτό πιστεύουμε ότι θα προσφέρει ουσιαστικές βελτιώσεις σε ορισμένες

περιοχές όγκων».

Μετά από λίγους μόνο μήνες, είναι πολύ νωρίς για τον Schultz και την ομάδα του να αξιολογήσουν σωστά τις επιπτώσεις στα αποτελέσματα των ασθενών, αλλά οι αρχικές ενδείξεις είναι ελπιδοφόρες. «Σίγουρα μας επέτρεψε να εντοπίσουμε όγκους στο συκώτι, για παράδειγμα, τους οποίους δεν θα μπορούσαμε να είχαμε επαληθεύσει σε διαφορετική περίπτωση. Έχουμε επίσης αντιμετωπίσει μια περίπτωση στην άνω κοιλιακή χώρα όπου πραγματικά εντυπωσιαστήκαμε από την κινητικότητα που υπήρχε κατά τη διάρκεια της θεραπείας».

Ο Schultz είναι ιδιαίτερα πρόθυμος να διερευνήσει πώς η ακτινοθεραπεία με καθοδήγηση MR θα μπορούσε να βοηθήσει στη διαχείριση της κίνησης των όγκων μεταξύ και κατά τη διάρκεια των θεραπειών, καθώς επίσης βλέπει την πιθανότητα χρήσης προσαρμοστικής ακτινοθεραπείας για τη θεραπεία όγκων που ανταποκρίνονται γρήγορα στη θεραπεία, καθώς και εκείνων που αποδεικνύουν ότι δεν ανταποκρίνονται στις τυπικές δόσεις ακτινοθεραπείας. Σε αυτή την περίπτωση η ικανότητα προσδιορισμού του όγκου και του περιβάλλοντός του καθιστά δυνατή την αύξηση της δόσης χωρίς να καταστραφούν τα παρακείμενα όργανα και δομές. «Αν

ΟΡΙΣΜΟΙ

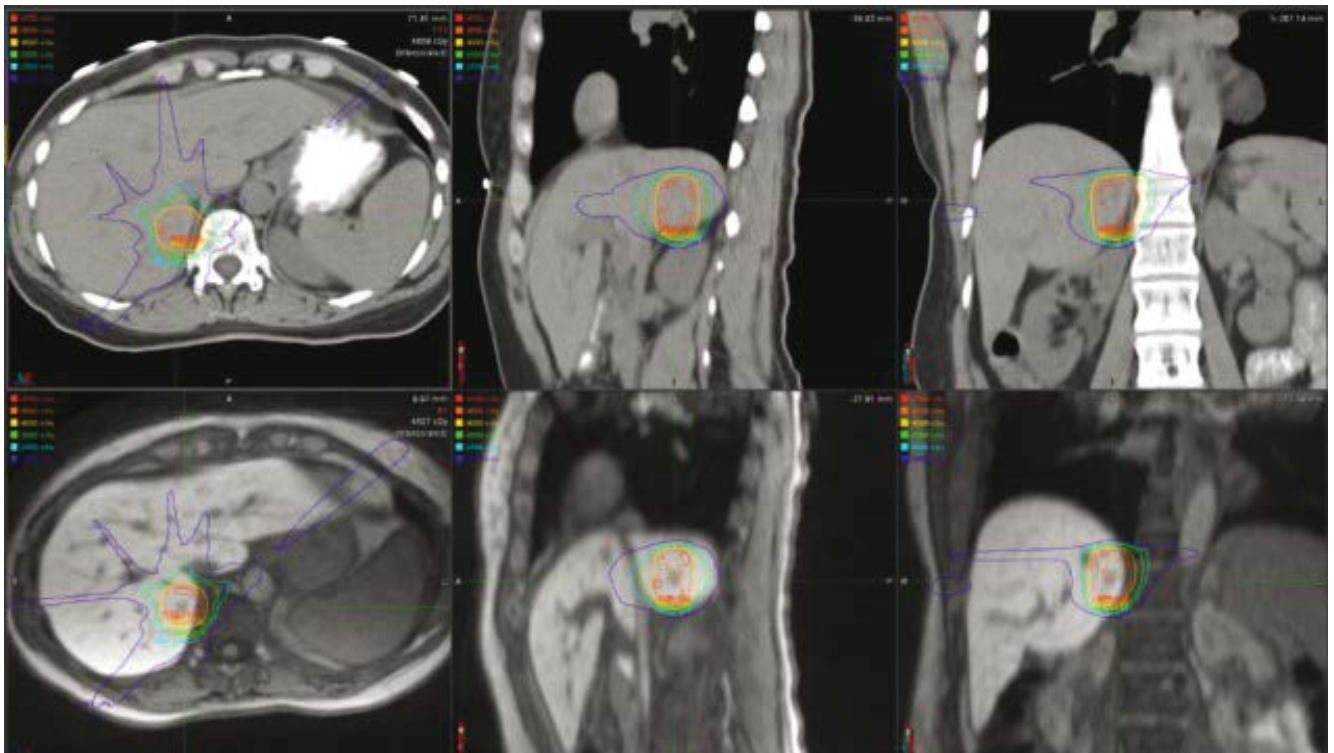
MR / RT (θεραπεία ακτινοβολίας μαγνητικού συντονισμού):

Μια συναρπαστική νέα προσέγγιση στην ακτινοθεραπεία στην οποία καταγράφονται εικόνες μαγνητικής τομογραφίας ενώ παρέχεται δόση ακτινοβολίας.

MR-linac: τεχνολογία που ενσωματώνει έναν προηγμένο γραμμικό επιταχυντή με σύστημα απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού (MRI). Σε συνδυασμό, αυτό το σύστημα θα επιτρέψει ταυτόχρονη χορήγηση ακτινοθεραπείας και εικόνων MR.

Elekta Unity: Το MR-linac με υψηλό πεδίο της Elekta, το μοναδικό σύστημα μαγνητικής ακτινοβολίας (MR/RT) που ενσωματώνει ένα μαγνητικό τομογράφο διαγνωστικής ποιότητας (1,5 Tesla) με έναν προηγμένο γραμμικό επιταχυντή. Με τη βοήθεια έξυπνου λογισμικού, το Unity παρέχει απεικόνιση μαλακών ιστών κατά τη διάρκεια της ακτινοθεραπείας για να προσαρμόζει την παρεχόμενη θεραπεία σε πραγματικό χρόνο επιτρέποντας εξατομικευμένες και ακριβείς θεραπείες για τον καρκίνο.





↑ Εικόνα 3: | εικόνες MR των ηπατικών μεταστάσεων δείχνουν τη θέση τους σε σχέση με άλλα όργανα και την σπονδυλική στήλη (Παρ.: C Schultz / F & MCW)

μπορούσαμε να προσδιορίσουμε ποιοι όγκοι ανταποκρίνονται και ποιοι όχι, ίσως είμαστε σε θέση να στραφούμε σε διαφορετικές θεραπείες 'on-the-fly', αντί να περιμένουμε να ολοκληρώσουμε έναν ολόκληρο κύκλο θεραπείας», λέει.

Η ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΤΑΝΕΙ ΣΤΗΝ ΑΙΘΟΥΣΑ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι ο Schultz επέστρεψε γρήγορα την ακτινοθεραπεία με καθοδήγηση MR στην κλινική του για την αντιμετώπιση του καρκίνου. Το 2007, η ομάδα F & MCW άρχισε να εισάγει απεικόνιση MR υψηλού πεδίου στη ροή εργασίας προγραμματισμού επεξεργασίας και οι Φυσικοί των MR

επιστρατεύθηκαν για να τελειοποιήσουν την τεχνολογική ρύθμιση, την επιλογή ακολουθιών MR και τη διαδικασία σχεδιασμού - η οποία έχει χρησιμοποιηθεί σε περίπου 3.000 περιπτώσεις μέχρι τώρα. Η ομάδα έχει επίσης υλοποιήσει μια απεικόνιση υπολογιστικής τομογραφίας (CT) και μία πλατφόρμα γραμμικού επιταχυντή για την καθημερινή επανατοποθέτηση και για να καταγράψει τυχόν αλλαγές στο στόχο ή στις γύρω κανονικές δομές, γεγονός που καθιστά δυνατή την πραγματοποίηση καθημερινών «online» ενημερώσεων στο σχέδιο θεραπείας που μπορεί να χρειαστεί. «Ενδιαφερόμασταν πολύ για την ιδέα της ενσωμάτωσης της απεικόνισης MR με γραμμικό επιταχυντή και είχαμε τη σωστή ομάδα δεξιοτήτων με εμπειρία τόσο της απεικόνισης MR όσο και της ροής εργασίας προσαρμοστικής θεραπείας που βασίζεται στο CT» σχολιάζει ο Schultz. Ως αποτέλεσμα, η ομάδα συμμετείχε ενεργά στη μεταφορά της τεχνολογίας MR linac στην κλινική και η F & MCW είναι ιδρυτικό μέλος μιας μοναδικής κοι-

νοπραξίας που ίδρυσε το 2012 η Elekta και ο συνεργάτης της στην τεχνολογία MR της Philips για να διευκολύνουν την κλινική υιοθέτηση της τεχνολογίας και να μοιραστούν τις βέλτιστες πρακτικές. Η κοινοπραξία MR-linac, η οποία αρχικά περιλάμβανε έξι ιδρυτικά μέλη μαζί με την F & MCW, έδωσε προτεραιότητα σε εννέα περιοχές ασθενειών που θα επωφεληθούν περισσότερο από την τεχνολογία. Κάθε ένα από αυτά τα ιδρύματα ανέλαβε από τότε το προβάδισμα στην ανάπτυξη θεραπειών για αυτές τις διαφορετικές περιοχές ασθενειών, με στόχο την ανάπτυξη και τεκμηρίωση μιας κοινής κλινικής προσέγγισης που μπορεί να υιοθετηθεί από άλλα κέντρα ογκολογίας.

Η ομάδα της F & MCW έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον καρκίνο του παγκρέατος, οπότε το δωδεκαδάκτυλο (duodenum) βρίσκεται συχνά δίπλα στον στόχο. «Εάν μπορούμε να επιβεβαιώσουμε ότι το δωδεκαδάκτυλο βρίσκεται μακριά από την περιοχή στόχου στο πάγκρεας,





↑Εικόνα 4: | Θεραπεία ασθενή με υβριδικό σύστημα MR-Linac

μπορούμε να είμαστε σίγουροι για την παροχή της απαιτούμενης δόσης ακτινοβολίας στον όγκο - ή ακόμη και να εξετάσουμε την αύξηση της δόσης εκείνη την ημέρα», εξηγεί ο Schultz. «Εάν δεν μπορούμε να αποφύγουμε τον παρακείμενο δωδεκαδάκτυλο, θα κάνουμε μόνο μια συμβατική θεραπεία ή θα μπορούσαμε ακόμη να ακυρώσουμε τη θεραπεία σε κάποιες περιπτώσεις. Η ικανότητα να εντοπίζει αυτή την καθημερινή μεταβλητότητα και στη συνέχεια βάσει αυτής να προσαρμόζεται η δόση, είναι μία μεγάλη διαφοροποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας. «Από τις αρχικές εμπειρίες που αναφέρθηκαν από άλλα μέλη της κοινοπραξίας, ο Schultz λέει ότι κάθε ασθένεια θα προσφέρει διαφορετικές ευκαιρίες για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων στους ασθενείς. Για την άνω κοιλία είναι ιδιαίτερα σημαντικό να υπάρχει διαχείριση της κίνησης του όγκου και των παρακείμενων οργάνων, ενώ στην ουροδόχο κύστη και στον οισοφάγο μπορεί να είναι δυνατό να μειωθεί η ποσότητα της θεραπείας καθώς ο όγκος συρρικνώνεται - μια αλλαγή που δεν μπορεί να παρατηρηθεί με τις συμβατικές προσεγγίσεις. Στον εγκέφαλο, η καθημερινή απεικόνιση

νιση αποκαλύπτει αλλαγές στην ποσότητα διόγκωσης γύρω από ορισμένους όγκους, οι οποίες θα μπορούσαν και πάλι να δώσουν την ευκαιρία να μειωθεί το μέγεθος του στόχου θεραπείας και έτσι να διαφυλαχθεί περισσότερος από τον περιβάλλοντα ιστό.

Μακροπρόθεσμα, λέει ο Schultz, η ικανότητα της απεικόνισης μαγνητικών κυττάρων να αποκτήσει λειτουργικές ή βιολογικές εικόνες προσφέρει μια διαδρομή για τη στοχοθέτηση της θεραπείας με βάση τη βιολογία και όχι την ανατομία. Αντί να συνταγογραφούμε μια δόση με βάση την ιστολογία ή το στάδιο ενός όγκου, θα ήταν πιθανό να εκμεταλλευτούμε βιοδείκτες απεικόνισης με βάση το MR για να καθορίσουμε τη δόση που θα είχε το μεγαλύτερο αντίκτυπο στον όγκο.

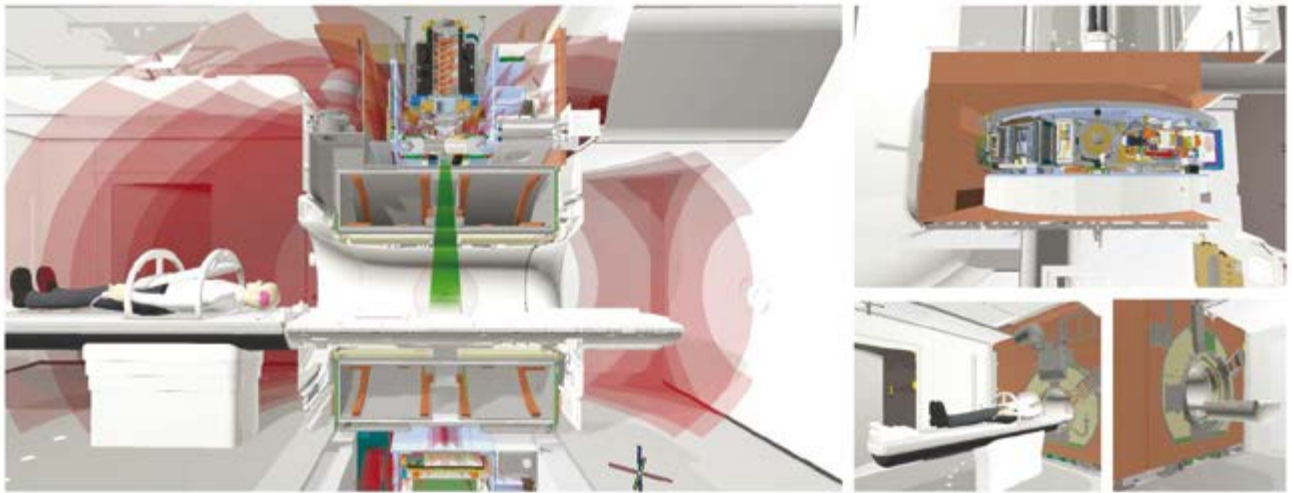
«Αρχικά, λαμβάνουμε εικόνες MR που παρουσιάζουν χαρακτηριστικά διάχυσης (diffusion) και διέγερση (perfusion) ενός όγκου, τα οποία υποκαθιστούν εν μέρει την υπερκυτταρική [παρουσία περισσότερων μη φυσιολογικών κυττάρων]», λέει ο Schultz. «Ακόμα και στους πρώτους ασθενείς μας, όπου έχουμε αποκτήσει ημερήσια απεικόνιση με διάχυση, βλέπουμε αλλαγές που, τουλάχιστον στο πρώτο πέραςμα, φαίνεται να αντιστοιχούν στη μείωση της κυτταρικής. Αυτό είναι πολύ ενδιαφέρον. «

ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΕ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Η επόμενη φάση της κοινοπραξίας - η



↑Εικόνα 5 | Η διαγνωστική απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει στους φυσικούς τον επανασχεδιασμό της θεραπείας από την αίθουσα ελέγχου (control room)



↑Εικόνα 6 | Τα μαγνητικά πηνία Elekta Unity παράγουν ένα σχήμα μαγνητικού πεδίου (αριστερά, κόκκινη σκίαση) που φιλοξενεί τη δέσμη linac (αριστερά, πράσινη σκίαση) - Ο RF κλωβός-καμπίνα είναι ενσωματωμένος στον απεικονιστικό σύστημα μαγνητικού τομογράφου, MRI (δεξιά)

οποία έχει πλέον αυξηθεί σε περισσότερα από 20 μέλη - θα είναι η αυστηρή αναφορά και τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων των ασθενών από τις διαφορετικές κλινικές προσεγγίσεις. «Είτε πρόκειται για κλιμάκωση της δόσης, μείωση του αριθμού θεραπειών ή προσαρμογή της θεραπείας με βάση την ανατομία του ασθενούς, η ιδέα είναι να συλλέξουμε τα αποτελέσματα από αυτές τις εννέα περιοχές ασθενειών», εξηγεί ο Schultz. «Θα μάθουμε πάρα πολλά για το τι συμβαίνει πραγματικά με τη λήψη εικόνων κάθε μέρα.»

Αυτό, συνεχίζει ο Schultz, θα δημιουργήσει ένα αποθετήριο δεδομένων αποτελεσμάτων που θα συνδέονται με τα δεδομένα απεικόνισης και θα αποτελέσουν ένα ισχυρό εργαλείο για να αποφασιστεί πώς θα χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία και για την ανάπτυξη νέων τρόπων θεραπείας. «Συλλέγοντας τα πρότυπα αποτυχίας, τον έλεγχο του όγκου, την τοξικότητα του φυσιολογικού ιστού και τα δεδομένα για τα αποτελέσματα στους ασθενείς με συνεπή και δομημένο τρόπο, θα δημιουργήσουμε μια μοναδική βάση δεδομένων που θα μας επιτρέψει να αποδείξουμε την αξία της τεχνολογίας για όλους τους ενδιαφερόμενους». Μία από τις προκλήσεις για οποιαδήποτε νέα τεχνολογία είναι η ανάπτυξη μιας ροής εργασίας που λειτουργεί αποτελεσματικά τόσο για τους

ασθενείς όσο και για την κλινική ομάδα, αλλά ο Schultz λέει ότι η ροή εργασίας για το σύστημα Unity ήταν «πιο ομαλή από ό, τι αναμενόταν για ένα ολοκαίνουργιο σύστημα». Στις περισσότερες περιπτώσεις το σχέδιο θεραπείας χρειάζεται μόνο να προσαρμοστεί στις μεταβολές της θέσης του όγκου, το οποίο χρειάζεται μόνο μια μικρή προσαρμογή στη θέση της δέσμης ακτινοβολίας και ο χρόνος θεραπείας περιορίζεται σε περίπου 20-30 λεπτά. Οποιαδήποτε αλλαγή στο σχήμα ή το μέγεθος του στόχου απαιτεί κάποια προσαρμογή στο περίγραμμα των στόχων ή των παρακείμενων οργάνων, ακολουθούμενη από προσαρμοστικό επανασχεδιασμό, ο οποίος επεκτείνει τον χρόνο θεραπείας σε 40-60 λεπτά περίπου.

Κατά τη διάρκεια της θεραπείας, απαιτείται εξειδικευμένος θεραπευτής MR εκτός από την τυπική κλινική ομάδα και σε αυτές τις πρώτες ημέρες ένας ακτινολόγος ογκολόγος και ιατρός φυσικός είναι επίσης στο δωμάτιο κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Οι θεραπευτές που τοποθετούν κανονικά τον ασθενή και εκτελούν τη θεραπεία παρέχουν τις πληροφορίες απεικόνισης στον ιατρό, ο οποίος στη συνέχεια αποφασίζει εάν το σχέδιο χρειάζεται να αλλάξει. Ο φυσικός είναι έτοιμος να ξεκινήσει και να επαληθεύσει τον επανασχεδιασμό και να ελέγξει τις παραμέτρους απει-

κόνισης που μπορεί να επηρεάσουν τη δόση ακτινοβολίας στη ροή εργασίας «προσαρμογής σε σχήμα» ('adapt-to-shape').

«Έχοντας τον φυσικό, τον ογκολόγο-ακτινολόγο και έναν επιπλέον τεχνολόγο MR στο σύστημα είναι μια επέκταση της τυπικής ροής εργασίας, αλλά δεν είναι απαραίτητως διαφορετική από τη ροή εργασίας όταν χρησιμοποιούμε το συμβατικό linac με CT απεικόνιση στην αίθουσα», λέει ο Schultz. «Οραματίζομαστε ότι με τη πάροδο του χρόνου ο φυσικός και ο ιατρός ίσως να μην χρειάζεται να είναι παρόντες κατά τη διάρκεια της θεραπείας και θα μπορούσαν να ελέγξουν το αποτέλεσμα από το σημείο όπου κάθονται».

Ο Schultz είναι πεπεισμένος ότι η ακτινοθεραπεία με καθοδήγηση MR θα μπορούσε να εισαχθεί σε πολλά άλλα κέντρα ογκολογίας. «Είναι πολύ σημαντικό να έχουμε πρόσβαση στην τεχνογνωσία του MR και να σκεφτόμαστε πολύ μεθοδικά τη ροή εργασίας, αλλά αυτό δεν είναι μια μηχανή έρευνας που μπορεί να αναπτυχθεί μόνο σε μεγάλα ιατρικά κέντρα», λέει. «Ορισμένες κλινικές έχουν ήδη κάνει πολλή εργασία γύρω από το κρίσιμο σημείο καμπής της μάθησης, η οποία θα κάνει την τεχνολογία πιο εύκολη και πιο εύκολη στην ανάπτυξή της με την πάροδο του χρόνου».

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

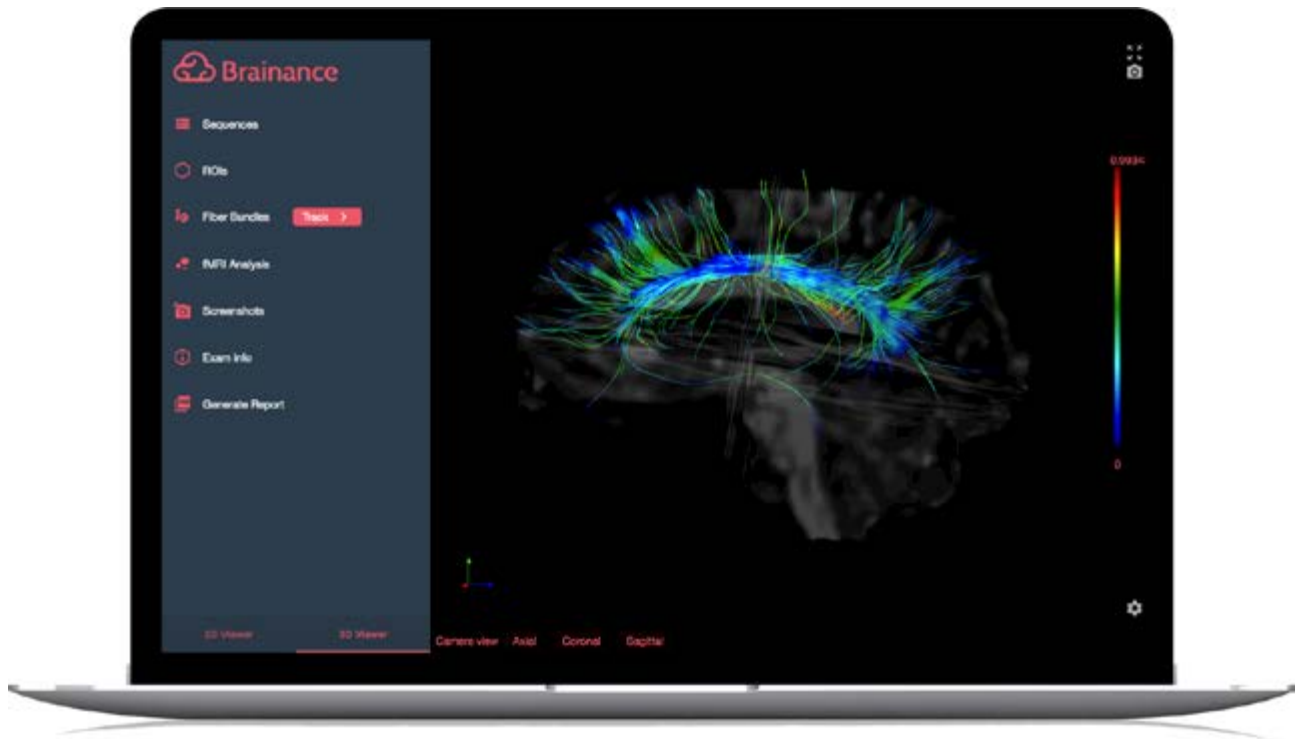
Το Elekta Unity συνδυάζει προηγμένη τεχνολογία γραμμικού επιταχυντή με υψηλού πεδίου MR απεικόνιση προσφέροντας μία συνεργατική και άκρως συστηματική προσέγγιση στην κλινική εισαγωγή. Το σύνολο αυτού του ισχυρού συστήματος είναι πολύ περισσότερο από το άθροισμα των μερών του. Είναι σχεδιασμένο με μοναδικό τρόπο ώστε να ξεπερνά πολλές από τις προκλήσεις που περιορίζουν τη συνεχή εξέλιξη του IGRT και να εισάγει προηγμένη online ακτινοθεραπεία με δυνατότητες προσαρμογής. Το υψηλό μαγνητικού πεδίου Elekta Unity θα επιτρέψει διαγνωστική απεικόνιση μαλακών ιστών κατά τη διάρκεια της θεραπείας καθώς και δυνατότητες άμεσης παρα-

κολούθησης της κινητικότητας και προσαρμογής της θεραπείας βασισμένης σε ανατομικές και βιολογικές πληροφορίες που θα παρέχονται σε πραγματικό χρόνο, μέρα με τη μέρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι σήμερα λειτουργούν περισσότερα από 7 κέντρα θεραπείας σε πλήρη κλινική χρήση, και έως τον Απρίλιο 2019, έχουν ολοκληρωθεί παγκοσμίως περισσότερες από 160 θεραπείες ασθενών. Μειώνοντας τα σημεία αμφιβολίας που σχετίζονται με τις τρέχουσες τεχνολογίες ακτινοθεραπείας και επιτρέποντας ακριβέστερη κάλυψη CTV (:Clinical Target Volume) και βελτιωμένη εξοικονόμηση OAR (:Organs at Risk), το Elekta Unity αναμένεται να μειώσει την τοξικότητα των θεραπειών και να βελτιώσει τα κλινικά αποτελέσματα.

- [1] Bujold A, et al. Image-guided radiotherapy: has it influenced patient outcomes? *Semin Radiat Oncol.* 2012;22(1): 50–61. DOI: 10.1016/j.semradonc.2011.09.001
- [2] Koch N, et al. Evaluation of internal lung motion for respiratory-gated radiotherapy using MRI: Part I correlating internal lung motion with skin fiducial motion. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2004;60(5): 1459–72. PMID: 15590177 DOI: 10.1016/j.ijrobp.2004.05.055
- [3] Lim-Reinders S, Kelle B, Al-Ward S, et al. Online adaptive radiation therapy. *Int J Radiation Oncol Biol Phys.* 2017;99(4): 994–1003. PMID: 28916139 DOI: 10.1016/j.ijrobp.2017.04.023
- [4] Lambregts DMJ, Yassien AB, Lahaye MJ, et al. Monitoring early changes in rectal tumor morphology and volume during 5 weeks of preoperative chemoradiotherapy An evaluation with sequential MRIs. *Radiother Oncol.* 2018;126: 431–36. PMID: 29343409 DOI: 10.1016/j.radonc.2017.12.024
- [5] Fraass BA, et al. Integration of magnetic resonance imaging into radiation therapy treatment planning: I. Technical considerations. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1987;13(12):1897–908. PMID: 3679929
- [6] Paulson ES, et al. Comprehensive MRI simulation methodology using a dedicated MRI scanner in radiation oncology for external beam radiation treatment planning. *Med Phys.* 2015;42(1):28–39. PMID: 25563245 DOI: 10.1118/1.4896096
- [7] Paulson ES, et al. Consensus opinion on MRI simulation for external beam radiation treatment planning. *Radiother Oncol.* 2016;121(2):187–92. PMID: 27838146 DOI: 10.1016/j.radonc.2016.09.018
- [8] Pötter R, Georg P, Dimopoulos JC, Grimm M, Berger D, Nesvical N, Georg D, Schmid MP, Reinthaller A, Sturdza A, Kirisits C. Clinical outcome of protocol based image (MRI) guided adaptive brachytherapy combined with 3D conformal radiotherapy with or without chemotherapy in patients with locally advanced cervical cancer. *Radiother Oncol.* 2011;100(1):116–23. PMID: 21821305 DOI: 10.1016/j.radonc.2011.07.012
- [9] Dulaney CR, Osula DO, Yang ES, and Rais-Bahrani S. Prostate radiotherapy in the era of advanced imaging and precision medicine. *Prostate Cancer.* 2016;2016:4897515. PMID: 27022486 DOI: 10.1155/2016/4897515
- [10] Chen AM, Cao M, Hsu S, Lamb J, Mikaelian A, Yang Y, Agazaryan N, Low DA, Steinberg ML. Magnetic resonance imaging guided reirradiation of recurrent and second primary head and neck cancer. *Adv Radiat Oncol.* 2017;2(2):167–75. PMID: 28740928 DOI: 10.1016/j.adro.2017.02.002
- [11] NCCN Guidelines for Treatment of Cancer by Site (2017): Prostate Cancer. https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/default.aspx#site
- [12] NCCN Guidelines for Treatment of Cancer by Site (2017): Kidney Cancer https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/default.aspx#site
- [13] NCCN Guidelines for Treatment of Cancer by Site (2017): Central Nervous System Cancers https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/default.aspx#site
- [14] Dimopoulos JCA, Petrow P, Tanderup K, Petric P, Berger D, Kirisits C, Pedersen EM, van Limbergen E, Haie-Meder C and Pötter R. Recommendations from Gynaecological (GYN) GEC-ESTRO Working Group (IV): Basic principles and parameters for MR imaging within the frame of image based adaptive cervix cancer brachytherapy. *Radiother Oncol.* 2012;103(1): 113–22. PMID: 22296748 DOI: 10.1016/j.radonc.2011.12.024
- [15] Liu HH, et al. Evaluation of internal lung motion for respiratory-gated radiotherapy using MRI: Part II-margin reduction of internal target volume. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2004;60(5): 1473–83. PMID: 15590178 DOI: 10.1016/j.ijrobp.2004.05.054

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [6] Bainbridge HE, Menten MJ, Fast MF, Nill S, Oelfke U, McDonald F. Treating locally advanced lung cancer with a 1.5T MR-Linac Effects of the magnetic field and irradiation geometry on conventionally fractionated and isotoxic dose-escalated radiotherapy. *Radiother Oncol.* 2017;125(2):280–85. PMID: 28987747 DOI: 10.1016/j.radonc.2017.09.009
- [7] Charaghvandi RK, van Asselen B, Philippens MEP, Verkooyen HM, van Gils CH, van Diest PJ, Pijnappel RM, Hobbelen MGG, Witkamp AJ, van Dalen T, van der Wall E, van Heijst TC, Koelemij R, van Vulpen M and van den Bongard HJGD. (2017) Redefining radiotherapy for early-stage breast cancer with single dose ablative treatment: a study protocol. *BMC Cancer* 17:181. PMID: 28274211 DOI: 10.1186/s12885-017-3144-5
- [8] Kupelian P and Sonke JJ. Magnetic resonance-guided adaptive radiotherapy: a solution to the future. *Semin Radiat Oncol.* 2014;24(3):227–32. PMID: 24931098 DOI: 10.1016/j.semradonc.2014.02.013
- [9] Kerkhof EM, et al. Online MRI guidance for healthy tissue sparing in patients with cervical cancer: an IMRT planning study. *Radiother Oncol.* 2008;88(2):241–9. PMID: 18490068 DOI: 10.1016/j.radonc.2008.04.009
- [20] Christodouleas J. MR-guided online adaptive therapy. *Oncology Times* 2017;39(8):13–14. DOI: 10.1097/01.COT.0000516143.51689.1e



ADVANTIS

MEDICAL IMAGING

BRAINANCE MD

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ: WWW.ADVANTIS.IO
EMAIL: INFO@ADVANTIS.IO

ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ

Η εταιρεία Advantis Medical Imaging δραστηριοποιείται στο χώρο της Απεικονιστικής Ιατρικής και συγκεκριμένα στο πεδίο ανάπτυξης ιατρικού λογισμικού. Στόχος της εταιρείας είναι η ενίσχυση της Απεικονιστικής Ιατρικής σε επίπεδο διαγνωστικής αξιοπιστίας, πρόσβασης και ευκολίας χρήσης μέσω της ενσωμάτωσης της Cloud τεχνολογίας. Στο πλαίσιο αυτό, η Advantis Medical Imaging ανταποκρινόμενη στις υψηλές απαιτήσεις των οργανισμών υγείας να επιτύχουν εγκυρότερη και εγκαίρως διάγνωση σοβαρών και χρόνιων εγκεφαλικών παθήσεων, προέβη στην ανά-

πτυξη της πρώτης ενιαίας και προηγμένης διαδικτυακής πλατφόρμας μετεπεξεργασίας και ανάλυσης εικόνων MRI εγκεφάλου, με την ονομασία Brainance® MD.

Το Brainance® MD αποτελεί μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα νευροαπεικόνισης προσβάσιμη μέσω διαδικτύου. Συμβάλλει αποτελεσματικά στην ενίσχυση της παραγωγικότητας εντός του διαγνωστικού τμήματος, μέσω της παροχής εξελιγμένων αλγορίθμων και εργαλείων 2D/3D μετεπεξεργασίας, της διαδικτυακής πρόσβασης και συνεργατικής χρήσης, καθώς επίσης και μέσω του φιλικού περιβάλλοντος χρήσης που επιτρέπει ελαχιστοποίηση του χρόνου ανάλυσης.

Το λογισμικό Brainance® MD χρησιμοποιείται εντός της κλινικής ρουτίνας των τμημάτων ακτινολογίας, νευροακτινολογίας και νευροχειρουργικής για την περαιτέρω επεξεργασία και ανάλυση μαγνητικών τομογραφιών εγκεφάλου. Συγκεκριμένα, επιτρέπει την επεξεργασία και απεικόνιση τριών διαφορετικών ακολουθιών μαγνητικής τομογραφίας σε ένα ενιαίο περιβάλλον χρήσης: Diffusion Tensor Imaging (DTI), DSC Perfusion και Functional MRI.

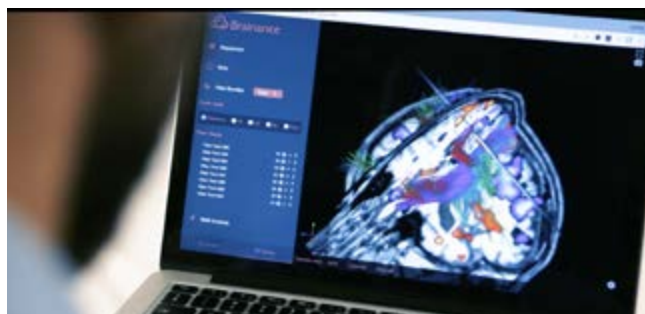
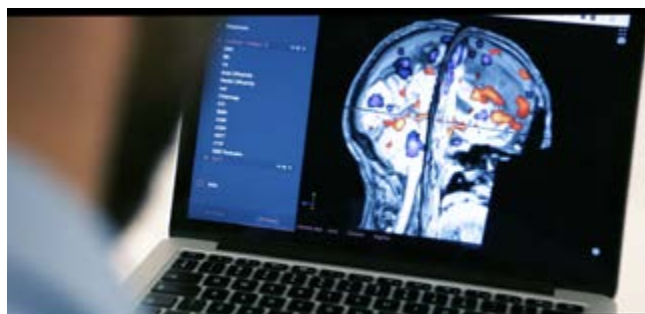
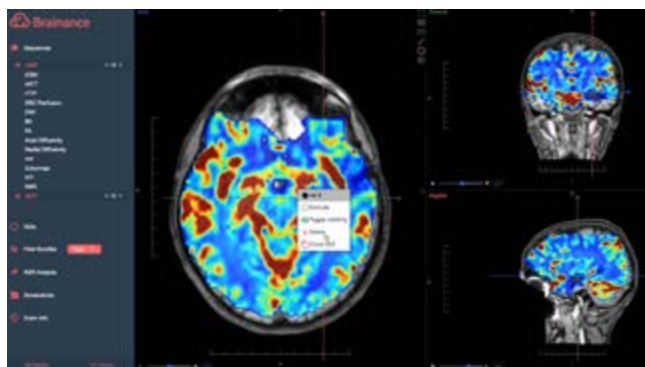
ΡΟΥΤΙΝΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στο Brainance® MD ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταφορτώσει μέσω του browser όλες τις ακολουθίες που ενδιαφέρεται να επεξεργαστεί (ανατομικές, DTI, DSC Perfusion, task-based fMRI, resting state fMRI) και να προχωρήσει με την επεξεργασία μέσω του κεντρικού περιβάλλοντος της εφαρμογής. Εναλλακτικά μπορεί να στείλει τις εν λόγω ακολουθίες απευθείας από το PACS του φορέα στον οποίο ανήκει στο Brainance MD εφόσον έχει προηγηθεί διασύνδεση.

Στην περίπτωση της μαγνητικής τομογραφίας διάχυσης (DTI) τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν τους αντίστοιχους παραμετρικούς χάρτες (FA, colorFA/ colormap, Axial and Radial Diffusivity, B0 and ADC) οι οποίοι υπολογίζονται αυτόματα από το λογισμικό εφόσον η συγκεκριμένη ακολουθία (DTI) περιλαμβάνεται στα δεδομένα που αρχικά μεταφορτώθηκαν. Με βάση τους παραπάνω χάρτες ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εξαγάγει κάποια πρώτα συμπεράσματα για την προς μελέτη παθολογία καθώς και να προχωρήσει στο επόμενο βήμα - την ανακατασκευή των νευρικών ινών που συνδέουν τις διαφορετικές περιοχές της λευκής ουσίας του εγκεφάλου (fiber tracking / tractography). Προκειμένου να προχωρήσει με την χαρτογράφηση των νευρικών ινών θα πρέπει είτε να επιλέξει μία από τις 7 βασικές δεσμίδες που το Brainance MD ανακατασκευάζει αυτοματοποιημένα είτε να διαλέξει περιοχές ενδιαφέροντος (ROIs) προκειμένου να ανακατασκευάσει κάποια δεσμίδα εκτός της λίστας. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μελετήσει το δεμάτιο των νευρικών ινών που ανακατασκευάστηκε είτε στον τρισδιάστατο χώρο είτε σαν προβολή στις δισδιάστατες τομές.

Στην περίπτωση της μαγνητικής τομογραφίας αιμάτωσης (DSC Perfusion), το Brainance MD υπολογίζει αυτόματα τους βασικούς χάρτες (rCBV, rCBF, rMTT) και εφόσον πραγματοποιήσει κανονικοποίηση στη λευκή ουσία και διόρθωση για εξαγγείωση παράγει τους παρακάτω χάρτες επίσης αυτοματοποιημένα: nCBV, nCBF, nMTT και leakage corrected map. Ο χρήστης σε αυτή την περίπτωση μπορεί να σχεδιάσει περιοχές ενδιαφέροντος (ROIs) με βάση τους παραπάνω χάρτες και να τις μελετήσει συγκριτικά με βάση τα στατιστικά τους και τα σχετικά ιστογράμματα (histogram analysis).

Στην περίπτωση της λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (fMRI), ο χρήστης καταλήγει στους τελικούς χάρτες με τις περιοχές που έχουν ενεργοποιηθεί είτε στην περίπτωση κάποια δοκιμασίας (task-based) είτε στην περίπτωση της ηρεμίας





(resting state) μέσα από μία ακολουθία τριών απλών βημάτων. Οι περιοχές ενεργοποίησης που προκύπτουν μπορούν αυτοματοποιημένα να μετατραπούν σε τρισδιάστατες περιοχές ενδιαφέροντος (VOIs) και να χρησιμοποιηθούν για την χαρτογράφηση των ινών που διέρχονται από αυτές. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να συνδυάσει πληροφορίες που αφορούν την λειτουργία και την ενεργοποίηση των περιοχών του εγκεφάλου με την ανατομία των νευρικών ινών.

ΚΛΙΝΙΚΑ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

Οι state-of-the-art μεθοδολογίες που έχουν ενσωματωθεί και εφαρμόζονται από το Brainance MD παρέχουν στον χρήστη υψηλά επίπεδα αξιοπιστίας για την εξαγωγή τόσο των ποιοτικών όσο και των ποσοτικών αποτελεσμάτων.

Η αξιοποίηση των εν λόγω αποτελεσμάτων οδηγεί σε πιο αξιόπιστες διαγνώσεις σε περιπτώσεις εγκεφαλικών όγκων και νευροεκφυλιστικών παθήσεων. Παράλληλα τα επίπεδα αξιοπιστίας της διάγνωσης ενισχύονται και μέσω της δυνατότητας συνεργατικής εργασίας που προσφέρει το Brainance MD στους χρήστες ενός οργανισμού.

Το Brainance® MD είναι συμβατό με το πρότυπο DICOM και επιτρέπει τη διασύνδεσή του με τα συστήματα PACS, στοχεύοντας στην ελαχιστοποίηση του χρόνου μεταφόρτωσης αρχείων και λήψης των αποτελεσμάτων επεξεργασίας.

Το Brainance® MD παρέχεται ως Software as a Service, χωρίς να απαιτείται η καταβολή εφάπαξ ποσού αγοράς. Το λογισμικό συμβαδίζει αποτελεσματικά με τις ανάγκες σε πλήθος εξετάσεων και χρηστών του εκάστοτε οργανισμού. Κατάλληλο

τόσο για μεγάλα νοσοκομεία, διαγνωστικά κέντρα όσο και μεμονωμένους ιατρούς.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το Brainance® MD ως ιατροτεχνολογικό προϊόν έχει πιστοποιηθεί κατά CE Mark (2797) και η Advantis Medical Imaging είναι πιστοποιημένος κατασκευαστής ιατροτεχνολογικών προϊόντων κατά ISO 13485. Παράλληλα, η εταιρεία έχει βραβευτεί για τις καινοτόμες λύσεις που αναπτύσσει, την έμφαση της στην ποιότητα και ασφάλεια των παραγόμενων προϊόντων.

Η ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΗΓΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΝΕΥΡΟΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

Η συμβολή των προηγμένων μεθόδων νευροαπεικόνισης στη διάγνωση και την παρακολούθηση σοβαρών χρόνιων και μη παθήσεων είναι καταλυτική. Βασικές παθολογίες στις οποίες οι προαναφερθείσες μέθοδοι νευροαπεικόνισης έχουν εφαρμογή είναι τα ογκολογικά περιστατικά, οι νευροεκφυλιστικές νόσοι (μετωποκροταφική άνοια, νόσος Parkinson και Alzheimer's), οι τραυματικές κακώσεις, τα ισχαιμικά αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, η αμυοτροφική πλευρική σκλήρυνση, η επιληψία κροταφικού λοβού καθώς και οι συγγενείς ανωμαλίες του ΚΝΣ. Συνεπώς η εξοικείωση των χρηστών με τις σύγχρονες τεχνικές ανάλυσης κρίνεται αναγκαία προκειμένου να εξασφαλιστεί εγκυρότερη και εγκαίρως διάγνωση και βέλτιστη παρακολούθηση της εξέλιξης της κατάστασης του ασθενούς.

Για περαιτέρω πληροφορίες αναφορικά με το λογισμικό Brainance MD, επικοινωνήστε με την Advantis Medical Imaging στο 2109329558 ή στο info@advantis.io





10^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Το 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ακτινολογίας πέρασε στο πάνθεο της ιστορίας των άκρως επιτυχημένων επιστημονικών εκδηλώσεων της ελληνικής οικογένειας της Ακτινολογίας .

Για ακόμα μία φορά ,πλειάδα συμμετεχόντων συναδέλφων (580 εγγραφές) έστειλαν το μήνυμα της συσπείρωσης με στόχο την ενημέρωση και την ανταλλαγή απόψεων (επιστημονικών – επαγγελματικών) ,αναφορικά με τις τελευταίες εξελίξεις της Επιστήμης μας. Κατά την διάρκεια της επίσημης ομιλίας του Συνεδρίου παρουσιάστηκε η ιστορία του Συλλόγου και οι δυσκολίες που ξεπεράστηκαν στην προσπάθεια ανάδειξης του κλάδου. Επιπλέον, στα πλαίσια του Συνεδρίου, πραγματοποιήθηκαν Δορυφορικά Συμπόσια εμπορικών Εταιρειών μηχανολογικού εξοπλισμού και φαρμακευτικών σκευασμάτων , τα οποία συγκέντρωσαν το ενδιαφέρον των συναδέλφων .

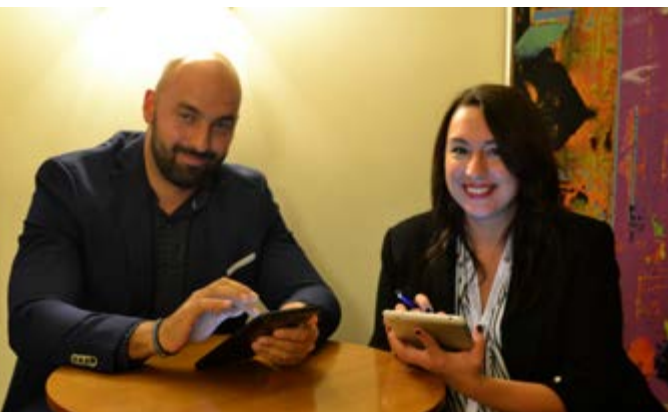
Συγκεκριμένα : Η Carestream συμμετείχε με δορυφορικό συμπόσιο με τίτλο θέματος « Ψηφιακή ακτινολογία- Οι νέες προκλήσεις αλλά και οι νέες δυνατότητες» . Η Bayer Hellas επίσης ,συμμετείχε με δορυφορικό συμπόσιο με τίτλο

1: «tips and tricks for quality optimization research using MRI as an example» ,

2: «Research mentoring for radiographer practitioners : a unique tool to improve research capacity» και με προσκεκλημένη ομιλήτρια την συνάδελφο κα Μαλαματένιου Χριστίνα.

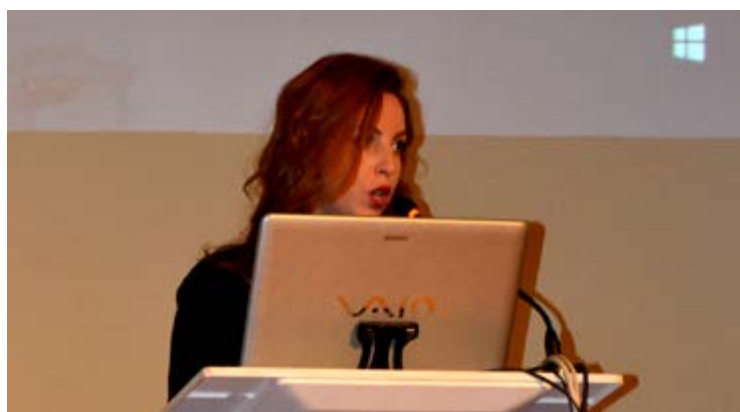
Επιπλέον η Raymed ,συμμετείχε με δορυφορικό συμπόσιο με τίτλο « Τελευταίες εξελίξεις και νέα πρότυπα για τα ακτινοπροστατευτικά είδη» . Στα πλαίσια του συνεδρίου επίσης δόθηκε έμφαση στην παρουσία των φοιτητών του Τομέα Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής με την πρόβλεψη ειδικής θεματικής ενότητας αποκλειστικά για τους αυριανούς συναδέλφους μας . Επιπλέον θεσμοθετήθηκε η βράβευση των τριών καλύτερων εργασιών . Την Κυριακή 14 Οκτωβρίου 2018 δε και παράλληλα με τις εργασίες του Συνεδρίου , πραγματοποιήθηκε η 4η Γενική Συνέλευση των μελών της Ομοσπονδίας Τεχνολόγων Ακτινολόγων Ελλάδος. Τα θέματα της ημερήσιας διάταξης αφορούσαν την εξέλιξη των κλαδικών και επαγγελματικών μας ζητημάτων και την χάραξη στρατηγικής σε μία σειρά από κρίσιμα θέματα του κλάδου.

Οι 480 εγγραφές , ο παλμός και η ανανέωση του συνεδριακού πλθθυσμού που συμμετείχε στις εκδηλώσεις, η ακόμη μεγαλύτερη ενεργή συμμετοχή , η προσέλευση των συναδέλφων από όλα τα μήκη και πλάτη της χώρας ,μας δίνουν τα εκέγγυα για ένα απόλυτα επιτυχημένο συνέδριο ενώ ταυτόχρονα μας γεμίζουν με περαιτέρω υπευθυνότητα για ένα ακόμη καλύτερο συνέδριο το 2020. Τίποτα από όλα τα ανωτέρω φυσικά δεν θα ήταν εφικτό αν δεν τυγχάναμε της αρωγής των χορηγών εταιριών οι οποίες στάθηκαν πλάι μας σε ότι τους ζητήθηκε. Τις ευχαριστούμε για πολύτιμη και καθοριστική βοήθειά τους.











ΟΔΗΓΙΕΣ

ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

Η ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ,
ISSN: 1108 – 7455, επίσημη έκδοση
του ΣΤΡΑΕΠΤ, έχει σαν στόχο την
καταγραφή της επιστημονικής και
ερευνητικής δραστηριότητας στους
τομείς της Ακτινοτεχνολογίας, της
Ακτινοθεραπείας της Πυρηνικής
Ιατρικής και των συναφών βασικών
επιστημών.
Για την επίτευξη του σκοπού αυτού
δέχεται προς δημοσίευση:

- 
1. Άρθρα σύνταξης: Σύντομα σχόλια και απόψεις πάνω σε επίκαιρα θέματα. Γράφονται μετά από πρόσκληση της Σύνταξης του περιοδικού.
 2. Ανασκοπήσεις: Ολοκληρωμένες αναλύσεις θεμάτων για τα οποία οι απόψεις έχουν αναθεωρηθεί πρόσφατα ή υπάρχει γενικότερο ενδιαφέρον. Στις ανασκοπήσεις τονίζονται ιδιαίτερα οι σύγχρονες απόψεις. Γίνονται δεκτές ανασκοπήσεις μέχρι και από δύο συγγραφείς.
 3. Ερευνητικές εργασίες: Κλινικές μελέτες και δοκιμές ή μη πειραματικές έρευνες προοπτικού ή αναδρομικού τύπου, που πραγματοποιήθηκαν με βάση ερευνητικό πρωτόκολλο. Οφείλουν να περιέχουν πρωτοδημοσιευμένα αποτελέσματα.
 4. Ενδιαφέρουσες περιπτώσεις: Σύντομη αναφορά σε νέα ή πολύ σπάνια νοσήματα και σύνδρομα, σπάνιες εκδηλώσεις μιας συνηθούς νόσου, νέα διαγνωστικά κριτήρια ή νέα θεραπευτική μέθοδος, με τεκμηριωμένο αποτέλεσμα.
 5. Διαγνωστικές τεχνικές: Σύντομη περιγραφή μιας νέας τεχνικής ή της τροποποίησης μιας ήδη υπάρχουσας.
 6. Θέματα συνεχιζόμενης εκπαίδευσης: Γράφονται κατ' ανάγκη.
 7. Σεμινάρια, συζητήσεις στοργγγυλών τραπεζών, διαλέξεις.
 8. Κλινικο-ακτινολογική συζήτηση: Περιλαμβάνει βραχύ ιστορικό, αντιπροσωπευτικές ακτινογραφίες και σχόλιο με επίκεντρο τη διαφορική διαγνωστική προσέγγιση της περιπτώσεως.
 9. Ακτινολογικές ασκήσεις:
 - Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.
 - Ασκήσεις πολλαπλών εικόνων.

Η ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ όσον αφορά τον τρόπο γραφής των κειμένων που υποβάλλονται προς δημοσίευση, ακολουθεί τις υποδείξεις των τελευταίων οδηγιών της Διεθνούς Επιτροπής Συντακτών Ιατρικών Περιοδικών. Οι οδηγίες αυτές διασφαλίζουν την ομοιομορφία των δημοσιεύσεων, τόσο μέσα στο ίδιο το περιοδικό, όσο και με τα άλλα βιοϊατρικά περιοδικά και αναπτύσσονται στα άρθρα: International Committee of Medical Journal Editors Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. An Intern Med 1988, 108:258-265 και Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. JAMA 1993, 269:2282-2286. Τα άρθρα θα κρίνονται για δημοσίευση με την υπόθεση ότι τα αποτελέσματα και το ίδιο το κείμενο δεν έχουν δημοσιευθεί ή δεν έχουν υποβληθεί για δημοσίευση σε άλλο περιοδικό. Ωστόσο, γίνονται δεκτά προς κρίση τα ολοκληρωμένα αποτελέσματα εργασιών που έχουν δημοσιευθεί σαν πρόδρομες ανακοινώσεις. Κατά την υποβολή της εργασίας, ο συγγραφέας δηλώνει αν πρόκειται για πρώτη δημοσίευση, αν η εργασία έχει υποβληθεί για δημοσίευση σε άλλο περιοδικό ή να έχει κατά οποιονδήποτε τρόπο δημοσιευθεί, μερικά ή ολικά. Στην τελευταία περίπτωση συνοποβάλλονται αντίγραφα του υλικού αυτού, για να εκτιμηθεί η δυνατότητα δημοσίευσής του νέου άρθρου.

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑ

Κάθε συγγραφέας πρέπει να έχει συμμετάσχει ουσιαστικά στην εργασία, ώστε να μπορεί να αναλάβει την ευθύνη του περιεχομένου της. Η συγγραφική ιδιότητα πληροί τρεις όρους: (α) σύλληψη της ιδέας, σχεδιασμός της μελέτης και ανάλυση των δεδομένων, (β) Εισαγωγή - Περιληψη: Η εισαγωγή απαντά στο γιατί πραγματοποιήθηκε η εργασία. Γράφεται σε ενεστώτα και δεν αναφέρεται σε αποτελέσματα ή συμπεράσματα. Η έκταση της να μην ξεπερνάει τις 180 λέξεις. **Υλικό και μέθοδος:** Στη μεθοδολογία περιγράφεται το ερευνητικό πρωτόκολλο, οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν και ο τόπος επιλογής των ασθενών, εθελοντών ή οποιουδήποτε άλλου υλικού, έμψυχου ή μη, που χρησιμοποιήθηκε. Γνωστές μεθοδολογίες, συμπεριλαμβανομένων και των στατιστικών μεθόδων, τεκμηριώνονται βιβλιογραφικά. Για μεθόδους που έχουν με δημοσιευτεί, αλλά δεν είναι ευρέως γνωστές, αρκεί μια περιληπτική περιγραφή, ενώ για νέες μεθοδολογίες, συμπεριλαμβανομένων και των στατιστικών μεθόδων, τεκμηριώνονται βιβλιογραφικά. Για μεθόδους που έχουν με δημοσιευτεί, αλλά δεν είναι ευρέως γνωστές, αρκεί μια περιληπτική περιγραφή, ενώ για νέες μεθοδολογίες απαιτείται εκτενέστερη ανάλυση. Αν πρόκειται για έρευνες που αφορούν ανθρώπους, είναι απαραίτητο να περιγραφούν τα μέτρα που πάρθηκαν ώστε η εργασία να είναι αδιάβλητη δεοντολογικά, σύμφωνα με τη διακήρυξη του Ελσίνκι και τη νομοθεσία του κράτους. **Αποτελέσματα:** Αναλύονται τα ευρήματα της μελέτης. Παρουσιάζονται σε παρελθόντα χρόνο, με λογική σειρά και μπορούν να δίδονται με πίνακες, σχεδιαγράμ-

Η ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ISSN: 1108-7455, επίσημη έκδοση του ΣΤΡΑΕΠ σε συνεργασία με το Τμήμα Ραδιολογίας – Ακτινοθεραπείας του ΠΑ.Δ.Α., έχει σαν στόχο την καταγραφή της επιστημονικής και ερευνητικής δραστηριότητας στους τομείς της ακτινοτεχνολογίας και γενικότερα της διαγνωστικής απεικόνισης, της ακτινοθεραπευτικής ογκολογίας, της πυρηνικής ιατρικής και των συναφών βασικών επιστημών.

ματα ή αναλυτικά στο κείμενο. Τα στοιχεία των πινάκων δεν πρέπει να επαναλαμβάνονται στο κείμενο. Στατιστικές εκτιμήσεις πρέπει να συνοδεύονται από αναφορές στη στατιστική μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε. Στις μετρήσεις χρησιμοποιούνται οι μονάδες του διεθνούς συστήματος (IS). Για λεπτομέρειες οι συγγραφείς παραπέμπονται στο περιοδικό ΙΑΤΡΙΚΗ 1980, 37:139. **Συζήτηση:** Περιγράφονται τα τελικά συμπεράσματα και οι προοπτικές που διανοίγονται με τα αποτελέσματα της μελέτης. Δεν επαναλαμβάνονται τα όσα έχουν ήδη αναφερθεί στην εισαγωγή, ενώ μπορεί να γίνει σύγκριση με τα αποτελέσματα άλλων ομοειδών εργασιών. Συνδέονται τα αποτελέσματα με τους στόχους της μελέτης, αποφεύγοντας τα αυθαίρετα συμπεράσματα. Οι ανασκοπήσεις επιτρέπεται να κεφαλοποιούνται. Τα κεφάλαια αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς. Τα υποκεφάλαια χαρακτηρίζονται από τον αριθμό του κεφαλαίου στο οποίο ανήκουν, με τελεία και τον αριθμό του υποκεφαλαίου (1.1, 1.2, 1.1.1., κ.λπ.). Οι ενδιαφέρουσες περιπτώσεις περιλαμβάνουν σύντομη εισαγωγή, περιγραφή της περίπτωσης και σχόλιο. Παρόμοια δομή έχουν και οι διδακτικές τεχνικές.

► Η ΑΓΓΛΙΚΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αγγλική περιλήψη (summary) γράφεται σε χωριστή σελίδα. Περιλαμβάνει σχεδόν όλα όσα αναγράφονται στην ελληνική και επιπλέον τα ονόματα των συγγραφέων με κεφαλαία γράμματα και τον τίτλο της εργασίας με μικρά. Συνοδεύει απαραίτητα όλες τις εργασίες.

► ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

(α) Οι βιβλιογραφικές παραπομπές του κειμένου αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς, κατ' αύξοντα αριθμό, ανάλογα με τη σειρά εμφανίσεως. Στο βιβλιογραφικό κατάλογο υπάρχουν μόνο οι βιβλιογραφικές παραπομπές που αναφέρονται στο κείμενο. Πριν από κάθε παραπομπή στον κατάλογο προηγείται ο αντίστοιχος αριθμός του κειμένου.

Οι βιβλιογραφικές παραπομπές που αναφέρονται στους πίνακες ή στους τίτλους των εικόνων αριθμούνται με παρόμοιο τρόπο. Παρατίθενται λεπτομερώς αμέσως μετά τη λήψη του τίτλου και όχι στον τελικό κατάλογο.

Σε περίπτωση αναφοράς ονομάτων συγγραφέων στο κείμενο, εφόσον είναι ξένοι, μετά το επώνυμο του πρώτου συγγραφέα ακολουθεί η συντομογραφία «et al», ενώ για τους Έλληνες «και συν». Εφόσον οι συγγραφείς είναι δύο, μεταξύ των επωνύμων τοποθετείται ο σύνδεσμος «&».

(β) Στο βιβλιογραφικό κατάλογο αναφέρονται το επώνυμο και τα αρχικά

του ονόματος όλων των συγγραφέων, εφόσον οι συγγραφείς δεν είναι περισσότεροι από έξι (όταν είναι περισσότεροι αναφέρονται οι τρεις πρώτοι και ακολουθεί η ένδειξη et al). Ακολουθεί ο τίτλος του άρθρου, η συντομογραφία του ονόματος του περιοδικού, το έτος, ο τόμος, η πρώτη και η τελευταία σελίδα της δημοσίευσης. Οι συντμήσεις των τίτλων των περιοδικών περιέχονται στην ετήσια έκδοση της National Library of Medicine των Η.Π.Α., «List of Journals Indexed in Index medicus», δημοσιεύονται κάθε χρόνο στο τεύχος του Ιανουαρίου Index. Όταν πρόκειται για βιβλία και μονογραφίες, μετά τον τίτλο ακολουθούν η πόλη, ο εκδοτικός οίκος, το έτος εκδόσεως και οι σελίδες. Άρθρα που δεν έχουν ακόμη δημοσιευθεί, αλλά έχουν γίνει δεκτά για δημοσίευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα βιβλιογραφικά. Στις περιπτώσεις αυτές, μετά την παράθεση του τίτλου του περιοδικού, σημειώνεται η ένδειξη «υπό δημοσίευση». Αντίθετα η αναφορά σε προσωπικές επικοινωνίες, περιλήψεις (abstracts) και αδημοσίευτες παρατηρήσεις πρέπει να αποφεύγονται. Ο αριθμός των παραπομπών υπόκειται και αυτός σε ορισμένους περιορισμούς: στα άρθρα ανασκόπησης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 120, στις ερευνητικές εργασίες τις 35, στα άρθρα σύνταξης, ενδιαφέρουσες περιπτώσεις, διαγνωστικές τεχνικές τις 10, ενώ στο «ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΒΗΜΑ» τις 5.

► ΠΙΝΑΚΕΣ

Οι πίνακες δακτυλογραφούνται σε χωριστή σελίδα. Αριθμούνται με τη σειρά που εμφανίζονται στο κείμενο, με αραβικούς αριθμούς. Ο τίτλος τους είναι σύντομος και περιεκτικός, ώστε για την κατανόησή τους να μην είναι απαραίτητη η αναφορά του αναγνώστη στο κείμενο. Κάθε στήλη φέρει τη δική της σύντομη επικεφαλίδα. Οι επεξηγήσεις των συντμήσεων, συμπεριλαμβανομένων των στατιστικών συμβόλων καθώς και οι λοιπές διευκρινίσεις παρατίθενται υπό μορφή υποσημειώσεων. Αποφεύγονται οι κάθετες διαγραμμίσεις και χρησιμοποιούνται μόνο οριζόντιες, εφόσον είναι τελείως απαραίτητες. Επίσης πρέπει να αποστέλλονται και σε ηλεκτρονική μορφή σε πρόγραμμα EXCEL (.xlsx).

► ΕΙΚΟΝΕΣ

Σαν εικόνες χαρακτηρίζονται τα σχήματα, τα διαγράμματα, τα ιστογράμματα και οι φωτογραφίες. Υποβάλλεται μόνο ο απαραίτητος αριθμός εικόνων. Οι τίτλοι (λεζάντες) που συνοδεύουν της εικόνες σε ηλεκτρονική μορφή σε πρόγραμμα WORD (.docx). Αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς, ανάλογα με τη σειρά που εμφανίζονται στο κείμενο. Οι φωτογραφίες αλλά και τα βέλη και οι δείκτες που φέρουν πρέπει να είναι καθαρά, ομοιόμορφα και κατάλληλου μεγέθους, ώστε σε περίπτωση σμίκρυνσης να παραμείνουν ευανάγνωστα. Στοιχεία από γραφομηχανή ή γραμ-

ΟΔΗΓΙΕΣ



μένα στο χέρι στις εικόνες δεν γίνονται δεκτά. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να φαίνονται τα ονόματα των ασθενών και εφόσον χρησιμοποιηθούν φωτογραφίες τους δεν πρέπει να αναγνωρίζεται το πρόσωπό τους. Στην αντίθετη περίπτωση, επιβάλλεται έγγραφη συγκατάθεση του ασθενούς, για τη δημοσίευση της φωτογραφίας.

ΥΠΟΒΟΛΗ ΧΕΙΡΟΓΡΑΦΟΥ

Το δακτυλογραφημένο κείμενο, οι πίνακες και οι εικόνες που το συνοδεύουν αποστέλλονται σε ΔΥΟ πλήρη αντίγραφα, σε φάκελο από χοντρό χαρτί, εσώκλειστα μέσα σε σκληρό χαρτόνι για να μην διπλωθούν. Εάν δοθούν σε ηλεκτρονική μορφή θα πρέπει να προσεχθεί η ανάλυσή τους (από 300 dpi). Επίσης τα κείμενα πρέπει να αποστέλλονται και σε ηλεκτρονική μορφή σε πρόγραμμα WORD (.docx).

Οι εργασίες θα πρέπει να αποστέλλονται στη διεύθυνση:

Περιοδικό «ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ»

Σύλλογος Τεχνολόγων Ραδιολόγων Ακτινολόγων

Ελλάδος Πτυχιούχων ΤΕΙ

Σταδίου 39 - 4ος όροφος – γραφείο 5

Τ.κ 105 59 Αθήνα,

email: info@otae.gr

τηλ.210-3214133

Οι αποστέλλόμενες εργασίες θα πρέπει να συνοδεύονται και από μια επιστολή υπογεγραμμένη από όλους τους συγγραφείς, που θα περιλαμβάνει την δήλωσή τους ότι τα χειρόγραφα έχουν μελετηθεί και εγκριθεί από τους υπογράφοντες. Επίσης θα επισυνάπτεται και μια γραπτή άδεια δημοσίευσης του υλικού. Τα χειρόγραφα που υποβάλλονται δεν επιστρέφονται. Η σειρά υποβολής καθορίζει την προτεραιότητα δημοσίευσης ανάμεσα σε ομοειδείς εργασίες. Κάθε εργασία κρίνεται ανεξάρτητα από δύο κριτές, ειδικούς στο πεδίο του οποίου άπτεται, που προτείνουν την αποδοχή (με ή χωρίς τροποποιήσεις) ή την απόρριψή της. Οι συγγραφείς είναι υποχρεωμένοι εφόσον τους ζητηθεί, σε διόρθωση των τυπογραφικών δοκιμών, κατά την οποία δεν επιτρέπονται προσθήκες παρά μόνο διορθώσεις των τυπογραφικών λαθών.

Τα δημοσιευμένα άρθρα αποτελούν πνευματική ιδιοκτησία της ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ. Δεν επιτρέπεται η αναδημοσίευσή τους χωρίς τη γραπτή άδεια του Διευθυντή Σύνταξης.



AUTHORSHIP

Each writer should participate to the study, in order to be able to take full responsibility of its content. Authorship should fulfill three terms: (i) idea conception, scheduling of the study and data analyzing, (ii) Introduction-Summary. Introduction should answer to the reason why this study was made. It should be written at simple present form and should not refer to results or conclusions. It should not be more than 180 words. Material and method: In methodology you should describe the inquiring protocols, the techniques that were applied and where were the patients volunteers, or any other material, living or not, were chosen to be used. Known methodologies, including statistical methods should be sustained by the bibliography. For published methods which aren't well known, a figurative description will do, but for new methodologies further analysis is required. If humans are involved to the research, it is necessary to describe the measures that have been taken so as the research is ideologically accepted according to the declaration of Helsinki and the legislation of the country. **Results:** Analysis of the findings of the study. You should present them in past form, with logical order and could be given along with tables, diagrams or extensively to the text. The data of the tables should not be repeated to the text. Any statistical assessment should come with references to the statistical methods which have been used. The unit of measure should be according to the international (SI). For any details writers should refer to the Medicine magazine 1980,37:139. Discussion: You should describe the final conclusions and perspectives which appear by the results of the study. You should not repeat anything reported at the introduction, but you can compare the results of similar studies. You should relate the results with goals of the study, avoiding any unauthorized conclusions. Retrospects are allowed to be capitalized. Chapters should be numbered by arabic numbers. Subchapters are characterized by the number of the chapter they belong, with a fullstop and the number of the subchapter (1.1, 1.2, 1.1.1, etc.). Interesting cases take place with a short introduction, description of the case and a comment. Diagnostic techniques have similar structure, too.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

► ENGLISH SUMMARY

The english summary is written in a different page. It includes almost all of those which are written in hellenic and in additional it includes the names of the writers in capital letters and the title of the study in small. It should accompany all the studies.

► BIBLIOGRAPHY

i) The bibliographic referrals of the text are numbered with arabic numbers, in ascending order, according to their appearance. Only the bibliographic referrals referring to the text should be in the bibliographic catalogue. The number of the text comes first before any referral to the catalogue:

The bibliographic referrals which are mentioned to the tables or to the titles of the images, are numbered with similar way. It appears individually right after the title and not to the final catalogue. In case of author names reported to the text, when they are foreign, after the last name of the first author shortcut follows "et al", but for the Hellenic "και συν". When we have two authors, between the last names you should put "&". ii) At the bibliographic catalogue you should refer to the last name and the initials of the first name of all the authors, since they are not more than six (if they are more than six, you should refer to the first three and the indication et al follows). The title of the article follows the shortcut of the name of the magazine, the year, the tome, the first and the last page of the publication. The abbreviation of the magazine titles are included to the annual publication of the National Library of Medicine of the USA, "List of Journals Indexed in Index Medicus", are published every year on the edition of January Index. If you have books and monographies they should follow after the title, the city, the publish house, the year of publication and the pages. Any articles that haven't been published, but they have been approved for publication, can be used to the bibliography. At these cases, after the title of the magazine, you should note the sign "under publication". In addition, any report to personal communication, abstracts and unpublished observations must be avoided. The number of the referrals submits to specific limitations: to retrospect articles should not overcome 120, to research studies 35, to editorial articles, interesting cases and diagnostic techniques 10, and at "Free Step" 5.

► TABLES

Tables are typed in a different page. They are numbered based to the order of appearance at the text with arabic numbers. Their title should be short and brief, so that the reader is able to understand them without seeing the text. Each column should have its own short heading. The explanation of the abbreviation, including the statistic symbols and any other information, are written in footnote form. You should avoid vertical tables and you should use only horizontal, as long as they are necessary. Moreover, they should be sent in electronic form, too, in excel format (.xlsx).

► IMAGES

Shapes, diagrams, histograms and photos are characterized as images. Only a necessary number of images is submitted. The titles that accompany images in electronic form should be in word format (.docx). They are numbered with arabic numbers, based to the order of appearance in the text. Photos, arrows and index should be clearly uniform and of the correct size, in case of shrinking it should remain easy to read. Elements of a typewriter or written by hand at images are not being accepted. Under no circumstances, names of patients should be seen, and their faces must not be recognised. In addition, you should have a written permission of the patient in order to publish his/her photo.

► SUBMISSION OF THE HANDWRITING

The typewritten text, the tables and the images which come along should be sent in TWO full copies, in an envelope with thick paper, closed with carton so as not to be folded. If you sent them in electronic form, you should be careful with the analysis (from 300dpi). Moreover, texts should be sent in electronic form in WORD format (.docx)

All studies should be sent to the following address:

Magazine "Aktinotechnology"

Association of Technologies, Radiologies, Aktinologies of Hellas TEL Graduated

Stadiou 39 – 4th floor – office 5

105 59 Athens, email: info@otae.gr

Studies that have been sent, should be accompanied by a formal letter signed by all writers and should contain their statement that all writings have been studied and approved by the signers. Furthermore, a written permission of publication of the text should be appended. There is no return of the writings. The order of submission determine the priority of publication between similar studies. Every study is judged independently by two judges, specialized in the field of which touches, who recommend the acceptance (with or without modifications) or the rejection of it. Writers are obliged in correcting any typewritten essay if they are asked, and in that case they are not allowed to make any additions but only corrections of the mistakes.

Published articles constitute property of aktinotechnology. Reproduction of the article with no written permission of the chief editor is not allowed.



Direct Radiography

The diagnosis is in the details

Get high quality images at low dose,
from Agfa's complete DR portfolio



Intelligent Radiography

— powered by —

MUSICA
TECHNOLOGY

www.medimg.agfa.com



Εξοικονόμηση χρόνου στην εξέταση



Ακρίβεια και επαναληψιμότητα του
ρυθμού ροής



Επικέντρωση στον ασθενή



PP-CTD-GR-0002-1
07/2019

Υπεύθυνος κυκλοφορίας στην Ελλάδα:

Bayer Ελλάς ABEE, Σωρού 18-20, 15125 Μαρούσι
Τοπικός αντιπρόσωπος της Bayer R&I BV στην Κύπρο:
L.G. Biomed Solutions Ltd, Tel: +357 22 466077
Τμήμα Επιστημονικής Ενημέρωσης
Τηλ. +302106187742, Fax: +302106187522
Customer Service Support
Τηλ. 800 11 30 500 free line, Fax: +30 2106187525
Email: bhri@bayer.com, Fax: +30210 6187508
Email: orders-bhc-gr@bayer.com



medrad® MRXperion
MR Injection System