



10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Εκτίμηση της ακτινικής επιβάρυνσης της αριστερής πρόσθιας κατιούσας αρτηρίας (LAD) συγκρίνοντας πλάνα ακτινοθεραπείας με 3D-CRT, IMRT και VMAT για καρκίνο στον αριστερό μαστό

Ευγενία Κωνσταντίνου¹, Αντώνης Βαρβέρης², Γεωργία Σολωμού³, Μαρία Τόλια ², Μιχαήλ Μαζωνάκης¹

¹Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κρήτης

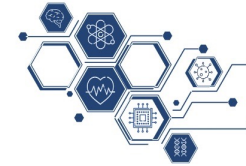
²Εργαστήριο Ακτινοθεραπείας, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ηρακλείου

³Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ηρακλείου

Διοργανωτές



1. Εισαγωγή-Σκοπός



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Η ακτινοθεραπεία στο μαστό → αυξάνει το ποσοστό επιβίωσης
→ επιδιώκει στη μείωση μακροπρόθεσμων επιπλοκών

Ασθενείς μετά από ακτινοθεραπεία στον αριστερό μαστό διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο θανάτου από καρδιακή νόσο σε σχέση αυτούς στο δεξιό λόγω της ακτινοβόλησης της αριστερής πρόσθιας κατιούσας αρτηρίας (LAD)

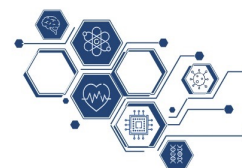


Σκοπός: Μελέτη της ακτινικής επιβάρυνσης της LAD

1) Σχεδιασμός
πλάνων
ακτινοθεραπείας
για αριστερό
μαστό με 3D-CRT,
IMRT και VMAT
τεχνική

2) Εκτίμηση της
ακτινικής
επιβάρυνσης της
LAD δομής

2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

i. Ασθενείς

Αριθμός ασθενών	23
Στάδιο καρκίνου	T1-T2
Βαθμός καρκίνου	1-3
Περιοχή ακτινοβολήσης	Αριστερός μαστός
Μέση Ηλικία	55 (εύρος: 31-83)
Μέσο μέγεθος μαστού (cm ³)	918 (εύρος: 237-2535)

ii. Ακινητοποίηση και απεικονιστική μέθοδος

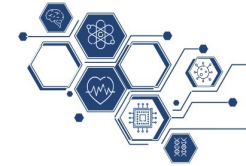


Ο ασθενής τοποθετείται σε:

- Ύπτια θέση
- Χέρια ψηλά προς τα πίσω
- Κεφάλι στραμμένο προς τα δεξιά

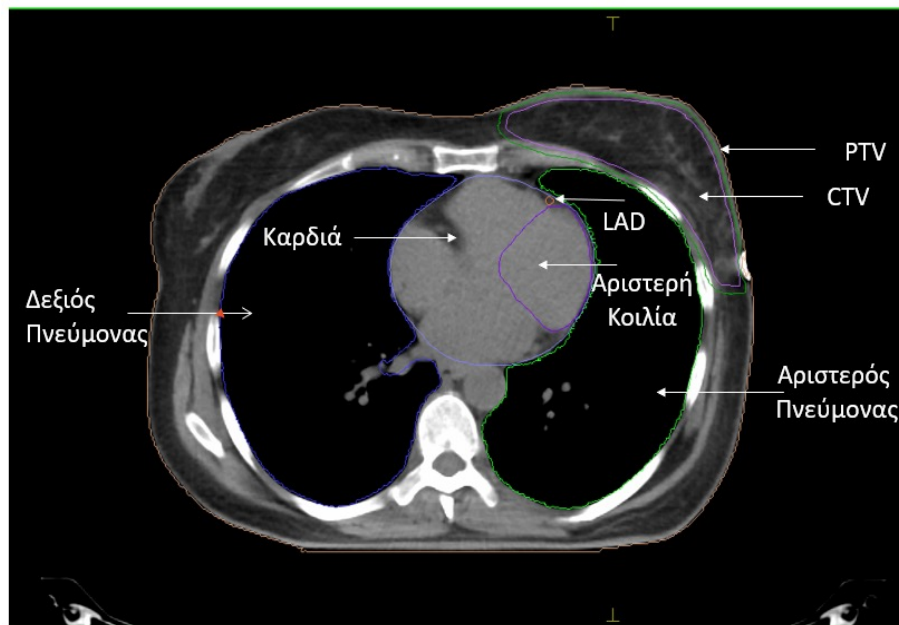
Υπολογιστικός τομογράφος (CT)

2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

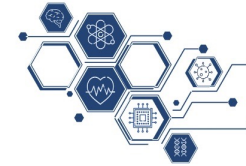
iii. Καθορισμός όγκων και κρίσιμων δομών



iv. Παράμετροι ακτινοβολήσης - σχεδιασμού

Δομή	Περιορισμός δόσης
CTV	$D_{95\%} \geq 47.5 \text{ Gy}$ $D_{\max} < 55 \text{ Gy}$
Αριστερός πνεύμονας	$V_{20\text{Gy}} < 20\%$
Καρδιά	$V_{20\text{Gy}} < 10 \%$ $V_{40\text{Gy}} < 5 \%$

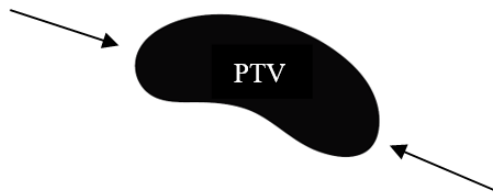
- Δόση όγκου: 50 Gy (25 συνεδρίες / 2Gy)
- Δοσιμετρικοί παράμετροι για τη LAD δομή:
 $V_{40\text{Gy}}$, $V_{30\text{Gy}}$, D_{mean}



ν. Σχεδιασμός πλάνων ακτινοθεραπείας

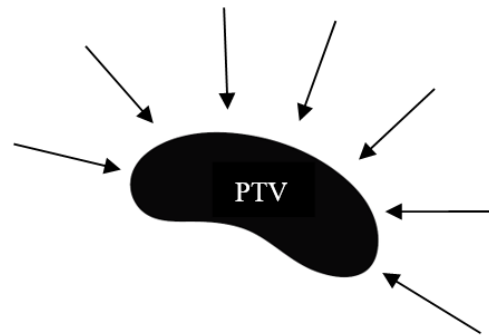
1) Σύμμορφη τρισδιάστατη (3D-CRT)

- Forward planning
- Δύο εφαπτομενικά πεδία
- Χρήση segments
- Collapsed cone αλγόριθμοι



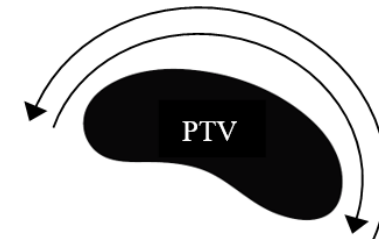
2) Διαμορφωμένης έντασης πεδίων ακτινοβολίας (IMRT)

- Inverse planning
- Δυναμικό τρόπο (dMLC)
- Επτά πεδία
- Γωνία τόξου 190°
- Εφαρμογή Cost Functions
- Monte Carlo αλγόριθμος
- Βελτιστοποίηση πλάνων

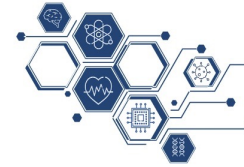


3) Ογκομετρικά διαμορφούμενη θεραπεία τόξου (VMAT)

- Inverse planning
- Δύο μερικά τόξα
- Γωνία τόξου 200°
- Εφαρμογή Cost Functions
- Monte Carlo αλγόριθμος
- Βελτιστοποίηση πλάνων



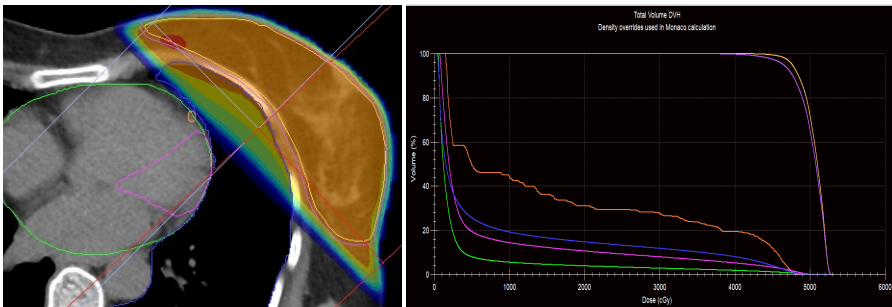
2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

vi. Εκτίμηση πλάνων ακτινοθεραπείας

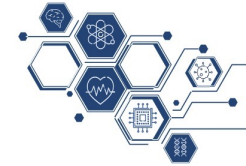
- Στατιστικά στοιχεία κατανομής δόσεων (π.χ. D_{max} , D_{mean})
- Ισοδοσικές καμπύλες
- Ιστογράμματα δόσης-όγκου (DVH)



vii. Δοσιμετρική σύγκριση LAD δομής

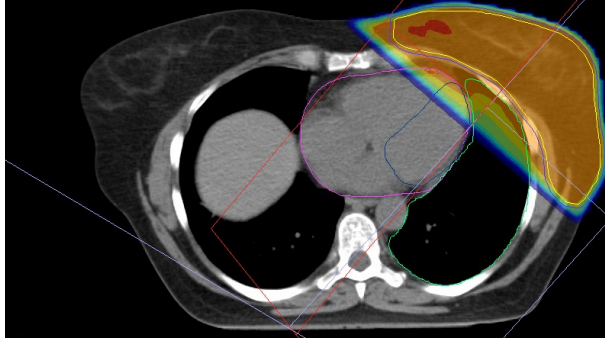
- Υπολογισμός μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης των V_{40Gy} , V_{30Gy} , D_{mean} της LAD δομής
- Έλεγχος κανονικότητας (Shapiro-Wilk)
- Σύγκριση δειγμάτων (Paired Sample t-test / Wilcoxon Signed Ranks)

3. Αποτελέσματα

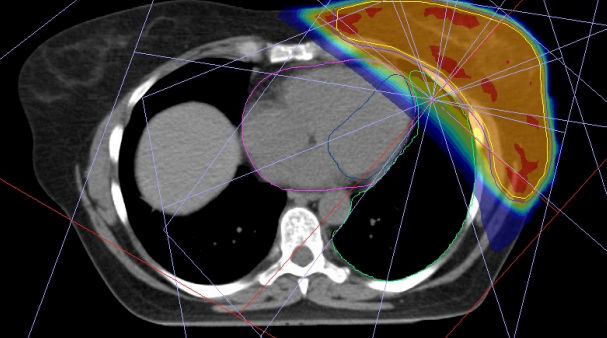


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

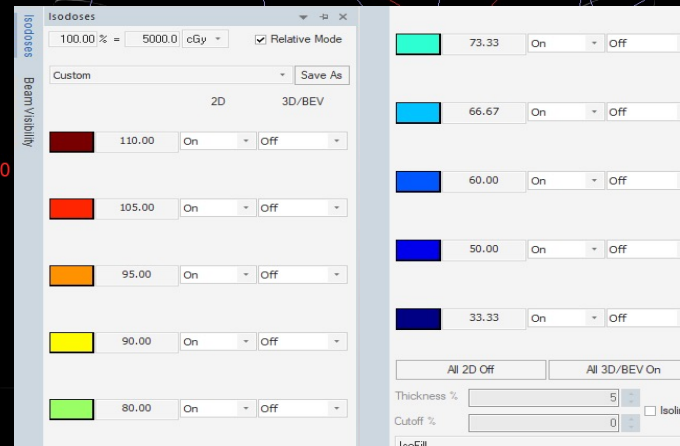
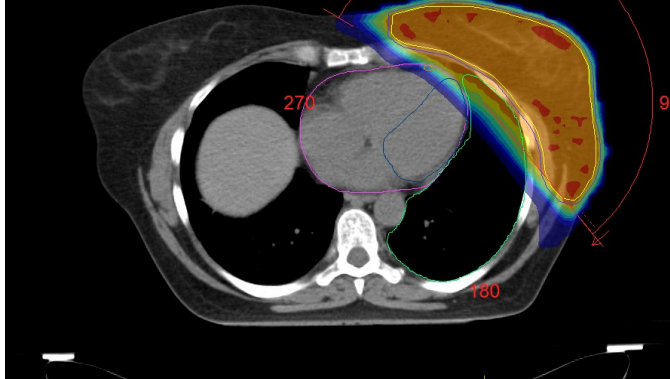
3D-CRT



7F-IMRT

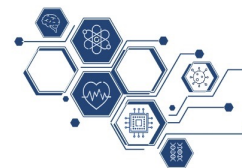


VMAT



Όλα τα πλάνα ήταν αποδεκτά και ικανοποιούσαν τους περιορισμούς δόσης

3. Αποτελέσματα



LAD

Μέση τιμή ± Τυπική απόκλιση

Τεχνική	3D-CRT	IMRT	VMAT1
$V_{40\text{Gy}}$ (%)	12.9 ± 11.8	5.0 ± 8.0	2.9 ± 5.9
$V_{30\text{Gy}}$ (%)	18.5 ± 13.0	12.8 ± 12.0	10.8 ± 10.8
D_{mean} (cGy)	1294 ± 533	1292 ± 551	1202 ± 491

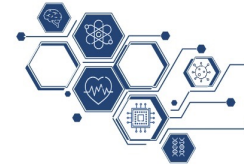
LAD

p – value

	3D-CRT vs IMRT	3D-CRT vs VMAT1	IMRT vs VMAT1
$V_{40\text{Gy}}$ (%)	<0.001	<0.001	0.039
$V_{30\text{Gy}}$ (%)	<0.001	<0.001	0.071
D_{mean} (cGy)	0.967	0.125	0.014

- ➔ Οι παράμετροι $V_{40\text{Gy}}$ $V_{30\text{Gy}}$ με τις τεχνικές IMRT και VMAT είναι στατιστικά μικρότερες συγκριτικά με την 3D-CRT τεχνική
- ➔ Η τεχνική VMAT υπερτερεί της IMRT τεχνικής στην παράμετρο $V_{40\text{Gy}}$

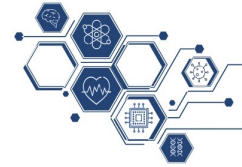
4. Συμπεράσματα



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- Ο όγκος της LAD δομής που λαμβάνει υψηλές δόσεις μειώνεται στατιστικά σημαντικά μέσω των τεχνικών αντίστροφου σχεδιασμού έναντι της 3D-CRT τεχνικής
- Η VMAT σημείωσε τις χαμηλότερες τιμές για τη LAD δομή

5. Βιβλιογραφία



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- Darby, S. C., Ewertz, M., McGale, P., Bennet, A. M., Blom-Goldman, U., Brønnum, D., Correa, C., Cutter, D., Gagliardi, G., Gigante, B., et al. (2013). Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer. *New England Journal of Medicine*, 368(11):987–998.
- Darby, S. C., McGale, P., Taylor, C. W., and Peto, R. (2005). Long-term mortality from heart disease and lung cancer after radiotherapy for early breast cancer: prospective cohort study of about 300 000 women in us seer cancer registries. *The lancet oncology*, 6(8):557–565.
- Henson K. E., McGale P, Taylor C, et al. (2013). Radiation-related mortality from heart disease and lung cancer more than 20 years after radiotherapy for breast cancer. *British Journal of Cancer* 108:179-182.
- Correa C. R., Litt H. I., Hwang W. T., Ferrari V. A., Solin L. J., Harris E. E. (2007). Coronary artery findings after left-sided compared with right-sided radiation treatment for early-stage breast cancer. *Journal of Clinal Oncology* 25:3031–3037.
- Taylor, C. and Kirby, A. (2015). Cardiac side-effects from breast cancer radiotherapy. *Clinical Oncology*, 27(11):621–629.
- Lind, P. A., Pagnanelli, R., Marks, L. B., Borges-Neto, S., Hu, C., Zhou, S.-M., Light, K., and Hardenbergh, P. H. (2003). Myocardial perfusion changes in patients irradiated for left-sided breast cancer and correlation with coronary artery distribution. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 55(4):914–920.
- Bouillon, K., Haddy, N., Delalogue, S., Garbay, J.-R., Garsi, J.-P., Brindel, P., Mousannif, A., Lê, M. G., Labbe, M., Arriagada, R., et al. (2011). Long-term cardiovascular mortality after radiotherapy for breast cancer. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(4):445–452.