



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

## Σύγκριση μεθόδων βελτιστοποίησης σχεδιασμού πλάνου βραχυθεραπείας HDR για ασθενείς με εγχειρισμένο γυναικολογικό καρκίνο

Μαρκελιάννα Κονίτσα<sup>1</sup>, Νικόλαος Κολλάρος<sup>1</sup>, Γεώργιος Πατατούκας<sup>1</sup>, Μαρίνα Χαλκιά<sup>1</sup>, Βασίλειος  
Κουλουλιάς<sup>2</sup>, Ευφροσύνη Κυπραίου<sup>2</sup>, Καλλιόπη Πλατώνη<sup>1</sup>

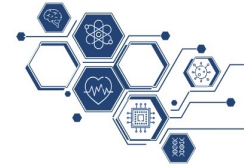
<sup>1</sup> Β' Εργαστήριο Ακτινολογίας, Μονάδα Ακτινοφυσικής, ΠΓΝ Αττικών, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ, Αθήνα, Ελλάδα

<sup>2</sup> Β' Εργαστήριο Ακτινολογίας, Μονάδα Ακτινοθεραπευτικής Ογκολογίας, ΠΓΝ Αττικών, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ, Αθήνα, Ελλάδα

Διοργανωτές



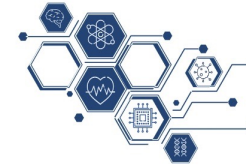
## 1. Εισαγωγή-Σκοπός



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

- Ο σχεδιασμός πλάνου βραχυθεραπείας υψηλού ρυθμού δόσης (HDR) περιλαμβάνει μεθόδους βελτιστοποίησης οι οποίες καθορίζουν τους βέλτιστους χρόνους παραμονής της ραδιενεργής πηγής σε κάθε θέση, για την παροχή ομοιόμορφης δόσης στον όγκο στόχο και την ελαχιστοποίηση της δόσης στους υγιείς ιστούς.
- Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη, η σύγκριση και η δοσιμετρική αξιολόγηση μεθόδων βελτιστοποίησης σχεδιασμού πλάνου ενδοκοιλοτικής βραχυθεραπείας υψηλού ρυθμού δόσης HDR, για ασθενείς με εγχειρισμένο γυναικολογικό καρκίνο.

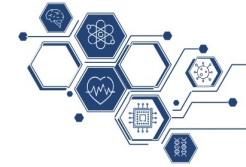
## 2. Μέθοδοι και Υλικά (I)



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

- Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει 100 πλάνα βραχυθεραπείας HDR ασθενών με εγχειρισμένο γυναικολογικό καρκίνο. Η συνταγογραφούμενη δόση ήταν 21 Gy κερματισμένη σε τρία κλάσματα των 7 Gy και χρησιμοποιήθηκε μονοκάναλος κολπικός κυλινδρικός εφαρμογέας, SVC.
- Ο σχεδιασμός κάθε πλάνου βραχυθεραπείας έγινε χρησιμοποιώντας τρεις μεθόδους βελτιστοποίησης:
  - ✓ Graphical Optimization (GO)
  - ✓ Dose Point Optimization (DPO)
  - ✓ Inverse planning simulated annealing (IPSA)
- Λήφθηκαν πληροφορίες τρισδιάστατης κατανομής της δόσης μέσω του ιστογράμματος δόσης όγκου (DVH) όπως  $V_{100}$  (%),  $V_{150}$  (%),  $V_{200}$  (%).

## 2. Μέθοδοι και Υλικά (II)



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

- Τα πλάνα βραχυθεραπείας αξιολογήθηκαν μέσω δεικτών αξιολόγησης όπως:

✓ Δείκτης κάλυψης  $CI = \frac{V_{100}}{TV}$

✓ Δείκτης ομοιογένειας  $DHI = \frac{V_{100} - V_{150}}{V_{100}}$

✓ Δείκτης υπερδοσιασμού  $OI = \frac{V_{200}}{V_{100}}$

✓ Λόγος ανομοιομορφίας δόσης  $DNR = \frac{V_{150}}{V_{100}}$

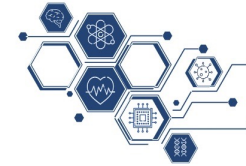
✓ Conformity Index  $COIN = C_1 \cdot C_2$

Όπου  $C_1$  το ποσοστό του όγκου που λαμβάνει τη δόση αναφοράς και  $C_2$  το ποσοστό του όγκου που λαμβάνει τη δόση αναφοράς και ανήκει στον όγκο στόχο.

Δείκτες αξιολόγησης	Ιδανικές τιμές δεικτών αξιολόγησης
CI	1
DHI	1
OI	0
DNR	0
COIN	1

Πίνακας 1. Ιδανικές τιμές δεικτών αξιολόγησης.

### 3. Αποτελέσματα (I)



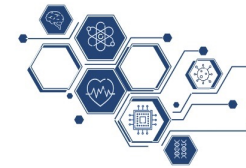
- Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές του δείκτη κάλυψης (CI), του δείκτη υπερδοσiasμού (OI) και του λόγου ανομοιομορφίας δόσης (DNR) για τις τρεις μεθόδους βελτιστοποίησης.

	CI	OI	DNR
Graphical Optimization	0.806	0.392	0.576
Dose point optimization	0.796	0.381	0.573
IPSA	0.803	0.385	0.576
p-value	0.621	0.302	0.128

Πίνακας 2. Μέσες τιμές του δείκτη κάλυψης (CI), του δείκτη υπερδοσiasμού (OI) και του λόγου μη ομοιομορφίας δόσης (DNR).

- Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τη κάλυψη του όγκου στόχου (CI), τον δείκτη υπερδοσiasμού (OI) και το λόγο ανομοιομορφίας δόσης (DNR).

### 3. Αποτελέσματα (II)



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

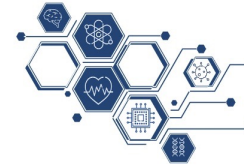
- Ακολουθούν οι μέσες τιμές του δείκτη ομοιογένειας (DHI) και του Conformity Index (COIN).

	DHI	COIN
Graphical Optimization	0.465	0.649
Dose point optimization	0.450	0.624
IPSA	0.459	0.636
p-value	0.001	0.034

Πίνακας 3. Μέσες τιμές του δείκτη ομοιογένειας (DHI) και του Conformity Index (COIN).

- Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά του δείκτη ομοιογένειας DHI για τις μεθόδους GO και IPSA συγκριτικά με τη DPO, και του COIN για τη μέθοδο GO συγκριτικά με τη DPO.
- Οι μέθοδοι βελτιστοποίησης Graphical Optimization και IPSA οδήγησαν σε καλύτερη ομοιογένεια και υψηλότερο Conformity Index σε σχέση με τη μέθοδο Dose Point Optimization.

## 4. Συμπεράσματα

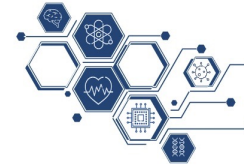


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Η παρούσα μελέτη αξιολογώντας και συγκρίνοντας τις μεθόδους βελτιστοποίησης Graphical Optimization (GO), Dose Point Optimization (DPO) και IPSA καταλήγει στα εξής συμπεράσματα:

- Ο αντίστροφος σχεδιασμός IPSA παρουσιάζει συγκρίσιμη βελτιστοποίηση σε σχέση με τη μέθοδο βελτιστοποίησης Graphical Optimization (GO) στον σχεδιασμό πλάνου βραχυθεραπείας υψηλού ρυθμού δόσης HDR, για εγχειρισμένο γυναικολογικό καρκίνο.
- Η μέθοδος βελτιστοποίησης Dose Point Optimization (DPO) εξακολουθεί να είναι κλινικά αποδεκτή για χρήση ωστόσο μειονεκτεί ως προς την ομοιογένεια και παρουσιάζει χαμηλότερο Conformity Index, συγκριτικά με τις άλλες δύο μεθόδους.

## 5. Βιβλιογραφία



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

- [1] B. Tang, X. Liu, X. Wang, S. Kang, P. Wang, J. Li, L.C. Orlandini, “Dosimetric comparison of graphical optimization and inverse planning simulated annealing for brachytherapy of cervical cancer,” *Journal of Contemporary Brachytherapy*, vol. 11, no. 4, pp. 379–383, 2019.
- [2] M. Carraraa, D. Cusumanob, T. Giandinia , C. Tenconia , E. Mazzarella, S. Grisottoa, E. Massaria , D. Mazzeoa , A. Cerrottac , B. Pappalardic , C. Fallaic , E. Pignoli, “Comparison of different treatment planning optimization methods for vaginal HDR brachytherapy with multichannel applicators: A reduction of the high doses to the vaginal mucosa is possible,” *Physica Medica*, vol. 44, pp.58-65, 2017.
- [3] J. Poddar, A.D. Sharma, U. Suryanarayan, S.P. Shah, A. Parikh, V. Mehta, “Calculation of dose volume parameters and indices in plan evaluation of HDR interstitial brachytherapy by MUPIT in carcinoma cervix,” *Indian J Cancer*, vol.55, pp.238-41, 2018.
- [4] S.V. Jamema, S. Sharma, U. Mahantshetty, R. Engineer, S.K. Shrivastava, D.D. Deshpande, “Comparison of IPSA with dose-point optimization and manual optimization for interstitial template brachytherapy for gynecologic cancers,” *Brachytherapy* 10, 2011.
- [5] A.N. Azahari, A.T. Ghani, R. Abdullah, J. Jayamani , G.K. Appalanaido, J. Jalil, M. Z.A. Aziz, “Variation of optimization techniques for high dose rate brachytherapy in cervical cancer treatment,” *Nuclear Engineering and Technology*, vol.54, pp. 1414-1420, 2022.
- [6] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, M. P. Vecchi, “Optimization by Simulated Annealing,” *Science*, vol. 220, no. 4598, 1983.