3° Πανελλήνιο Συνέδριο
Ιατρικής Φυσικής

27° Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο
Ακτινολογίας

Είναι απαραίτητα τα ασύμμετρα περιθώρια CTV–PTV; Αξιολόγηση της γεωμετρικής αβεβαιότητας σε τέσσερις ανατομικές περιοχές με χρήση IGRT

E. Katrakylidou[1], A. Kriari[1], P. Bousbouras[1], E. Papanastasiou[1]

[1] Medical Physics & Digital Innovation Laboratory, School of Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, AHEPA University Hospital, Greece

30, 31 ΟΚΤ + 1 ΝΟΕ
2026

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΛΑΡΙΣΑ

Οργάνωση

ΕΦΙΕ
Ένωση Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος

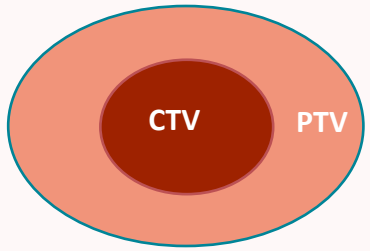
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

Εισαγωγή

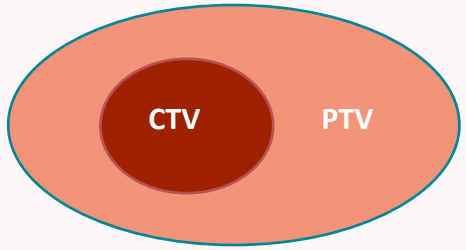
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ IGRT

Τα περιθώρια CTV–PTV αντισταθμίζουν τις αποκλίσεις τοποθέτησης και συμβάλλουν στην επαρκή κάλυψη του όγκου-στόχου.

Όμως, όταν οι αποκλίσεις διαφέρουν μεταξύ θετικής και αρνητικής κατεύθυνσης, ένα ενιαίο συμμετρικό περιθώριο ενδέχεται να μην περιγράφει με ακρίβεια την πραγματική αβεβαιότητα.



Συμμετρικό



Ασύμμετρο

ΣΚΟΠΟΣ **Να διερευνηθεί η αναγκαιότητα ασύμμετρων περιθωρίων CTV–PTV σε τέσσερις ανατομικές περιοχές, με βάση δεδομένα IGRT.**

Μέθοδοι & Υλικά

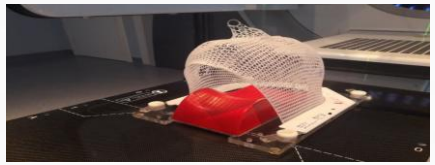
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

178 ασθενείς

Προστάτης 51 · Κεφαλή–τράχηλος 48
Πνεύμονας 45 · Εγκέφαλος 34

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ & ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ

Elekta Axesse


ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ IGRT Πρώτες 3 συνεδρίες: απεικόνιση σε κάθε συνεδρία → Στη συνέχεια: ανά 5 συνεδρίες

Μέθοδοι απεικόνισης: CBCT και δισδιάστατες ορθογώνιες kV λήψεις (AP + LAT).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ

IGRT
CBCT / 2D kV

→

Μετατοπίσεις
X · Y · Z

→

Κατευθύνσεις
+ / − χωριστά

→

Σφάλματα
Σ και σ

ΕΞΙΣΩΣΗ VAN HERK

$$M = 2{,}5\Sigma + 0{,}7\sigma$$

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΘΩΡΙΩΝ

Συμμετρικά ↔ Ασύμμετρα

Ανά περιοχή, άξονα και κατεύθυνση • SPSS

Σ: πληθυσμιακή συστηματική αβεβαιότητα | σ: πληθυσμιακή τυχαία αβεβαιότητα

Αποτελέσματα

Περιθώρια CTV–PTV κατά Van Herk (mm) • Συμμετρικά και ασύμμετρα ανά μέθοδο και άξονα

Προστάτης · n=51

Εύρος συμμετρικών περιθωρίων: 6,1–9,5 mm

Μέθοδος	Άξονας	Συμμ.	+	−
CBCT	X	6,5	—	—
CBCT	Y	7,5	—	—
CBCT	Z	9,5	—	—
kV	X	6,1	—	—
kV	Y	7,0	—	—
kV	Z	8,7	—	—

Κεφαλή – Τράχηλος · n=48

Εύρος συμμετρικών περιθωρίων: 4,6–6,9 mm

Μέθοδος	Άξονας	Συμμ.	+	−
CBCT	X	5,8	—	—
CBCT	Y	6,9	—	—
CBCT	Z	5,4	—	—
kV	X	6,2	—	—
kV	Y	5,6	—	—
kV	Z	4,6	**3,8**	**2,5**

Πνεύμονας · n=45

Εύρος συμμετρικών περιθωρίων: 6,0–7,3 mm

Μέθοδος	Άξονας	Συμμ.	+	−
CBCT	X	6,5	**6,2**	**2,8**
CBCT	Y	6,0	**4,0**	**5,6**
CBCT	Z	7,3	**6,5**	**5,4**
kV	X	6,2	—	—
kV	Y	6,0	**5,2**	**5,3**
kV	Z	6,1	**6,1**	**3,4**

Εγκέφαλος · n=34

Εύρος συμμετρικών περιθωρίων: 3,4–4,6 mm

Μέθοδος	Άξονας	Συμμ.	+	−
CBCT	X	4,3	**3,7**	**2,6**
CBCT	Y	4,1	**2,5**	**3,5**
CBCT	Z	4,4	—	—
kV	X	3,4	—	—
kV	Y	4,3	**2,8**	**4,1**
kV	Z	4,6	—	—

—: δεν αναφέρεται ασύμμετρο περιθώριο στον αρχικό πίνακα · Όλες οι τιμές σε mm.

Συμπεράσματα

Η ανάγκη ασύμμετρων περιθωρίων δεν είναι καθολική: εξαρτάται από περιοχή, άξονα και κατεύθυνση.

Προστάτης	**Συμμετρικά περιθώρια επαρκούν στα δεδομένα της μελέτης.** Η πλήρωση κύστης/ορθού μπορεί να μεταβάλλει τη θέση, χωρίς να τεκμηριώνεται ως αιτία ασυμμετρίας.
Κεφαλή – Τράχηλος	**Περιορισμένη ασυμμετρία (Z με kV).** Η θερμοπλαστική ακινητοποίηση πιθανώς μειώνει τη μεταβλητότητα τοποθέτησης.
Πνεύμονας	**Περισσότερες κατευθυντικές ασυμμετρίες.** Πιθανή συμβολή αναπνοής, θωρακικής κινητικότητας και artefacts CBCT.
Εγκέφαλος	**Ασυμμετρίες στους άξονες X/Y.** Πιθανές μικρές μετατοπίσεις/περιστροφές παρά την ακινητοποίηση με μάσκα.

ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Κατευθυντική ανάλυση IGRT για τεκμηριωμένη επιλογή περιθωρίων· η δοσιμετρική ωφέλεια χρειάζεται επιβεβαίωση.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Μονοκεντρική μελέτη· μικρότερη ομάδα εγκεφάλου.

Βιβλιογραφία

1.Van Herk M. “Errors and Margins in Radiotherapy.” *Semin Radiat Oncol*, 2004;14(1):52–64.

2.Wang W et al. “Setup Error Assessment and Correction in Planar kV Image-Versus Cone Beam CT Image-Guided Radiation Therapy: A Clinical Study of Early Breast Cancer Treated With External Beam Partial Breast Irradiation.” *Technol Cancer Res Treat*, 2019;18:1–6.

3.Ciardo D et al. “Set-up errors in head and neck cancer patients treated with intensity modulated radiation therapy: Quantitative comparison between three-dimensional cone-beam CT and two-dimensional kilovoltage images.” *Phys Medica*, 2015;31(8):1015–21.

4.Jaffray DA et al. “Flat-panel cone-beam computed tomography for image-guided radiation therapy.” *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2002;53(5):1337–49.

5.Kito S et al. “Population-based asymmetric margins for moving targets in real-time tumor tracking.” *Med Phys*, 2024;51(3):1561–70.

6.Lee N et al. “Intensity-modulated radiation therapy for head-and-neck cancer: The UCSF experience focusing on target volume delineation.” *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2003;57(1):49–60.

7.Liang J et al. “The effect of image-guided radiation therapy on the margin between the clinical target volume and planning target volume in lung cancer.” *J Med Radiat Sci*, 2014;61(1):30–7.

8.International Atomic Energy Agency (IAEA). “Introduction of Image Guided Radiotherapy into Clinical Practice.” *IAEA Human Health Reports No 16*, 2019.

9.di Franco F et al. “Minimum non-isotropic and asymmetric margins for taking into account intrafraction prostate motion during moderately hypofractionated radiotherapy.” *Phys Medica*, 2022;96:114–20.