3° Πανελλήνιο Συνέδριο
Ιατρικής Φυσικής

27° Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο
Ακτινολογίας

Η επίδραση των ενδοσυνεδριακών μετατοπίσεων στη γεωμετρική ακρίβεια της ακτινοθεραπείας του καρκίνου του προστάτη: Μελέτη με χρήση Υπολογιστικής Τομογραφίας Κωνικής Δέσμης

Ειρήνη Γκαντιά[1], Ελένη Στυλιανή Κατρακυλίδου[2], Αλεξάνδρα Κριαρή[2], Γεώργιος Κεφαλάς[2], Περικλής Μπούσμπουρας[2], Γεώργιος Γιακουμεττής[2], Εμμανουήλ Παπαναστασίου[2]

[1] Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ. · [2] Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής & Ψηφιακής Καινοτομίας, Τμήμα Ιατρικής Α.Π.Θ., Πα.Γ.Ν.Θ. ΑΧΕΠΑ

30, 31 ΟΚΤ + 1 ΝΟΕ
2026

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΛΑΡΙΣΑ

Οργάνωση

ΕΦΙΕ
Ένωση Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

Εισαγωγή

Ακτινοθεραπεία προστάτη: VMAT και IGRT

Υψηλά σύμμορφη δόση - η IGRT διορθώνει τη θέση πριν την ακτινοβόληση και μειώνει την οξεία τοξικότητα [1].

CBCT και ενδοσυνεδριακές μετατοπίσεις

Η σύγκριση pre-/post-CBCT ποσοτικοποιεί τη συνολική μετατόπιση κατά τη διάρκεια της συνεδρίας [2, 3].

Περιθώριο PTV

Έλεγχος επάρκειας του περιθωρίου PTV (8 mm) που εφαρμόζεται στο Τμήμα [4, 5].

Πρωτόκολλο Τμήματος

70 Gy σε 28 συνεδρίες, ακινητοποίηση με στηρίγματα γονάτων–αστραγάλων

ΣΚΟΠΟΣ

Μελέτη των ενδοσυνεδριακών μετατοπίσεων (LAT, LONG, VERT) με pre-/post-CBCT σε 69 ασθενείς με καρκίνο του προστάτη, υπό VMAT, συσχέτισή τους με τη διάρκεια της θεραπείας (ΔΤ), σύγκριση μεταξύ συνεδριών και έλεγχος επάρκειας του περιθωρίου PTV των 8 mm.

Μέθοδοι & Υλικά

1 Τοποθέτηση

Ύπτια θέση, με στηρίγματα γονάτων–αστραγάλων

2 Pre-CBCT

Πριν την ακτινοβόληση, στην 8η (Fraction 1) και 13η (Fraction 2) συνεδρία, με Elekta XVI (kV CBCT)

3 Bone matching

Αυτόματη ευθυγράμμιση στα οστά της πυέλου (bone matcing) – διόρθωση θέσης

4 Ακτινοβόληση και post-CBCT

Μέτρηση της μετατόπισης (LAT, LONG, VERT) και του χρόνου ΔΤ

69

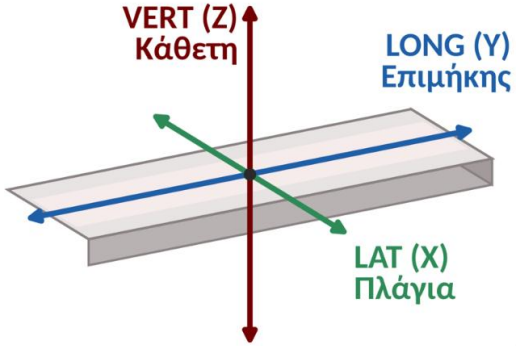
ασθενείς, καρκίνος προστάτη (cN0)

VMAT 70 Gy/28 × 2,5 Gy

ΔΤ = χρόνος μεταξύ pre- και post-CBCT



Elekta Axesse™, ΑΧΕΠΑ



Άξονες μετατόπισης κλίνης

Στατιστική ανάλυση με IBM SPSS

Έλεγχος κανονικότητας: Shapiro–Wilk, Kolmogorov–Smirnov

Σύγκριση Fraction 1 με 2: Wilcoxon

ΔΤ – μετατόπιση: Spearman (ρ)

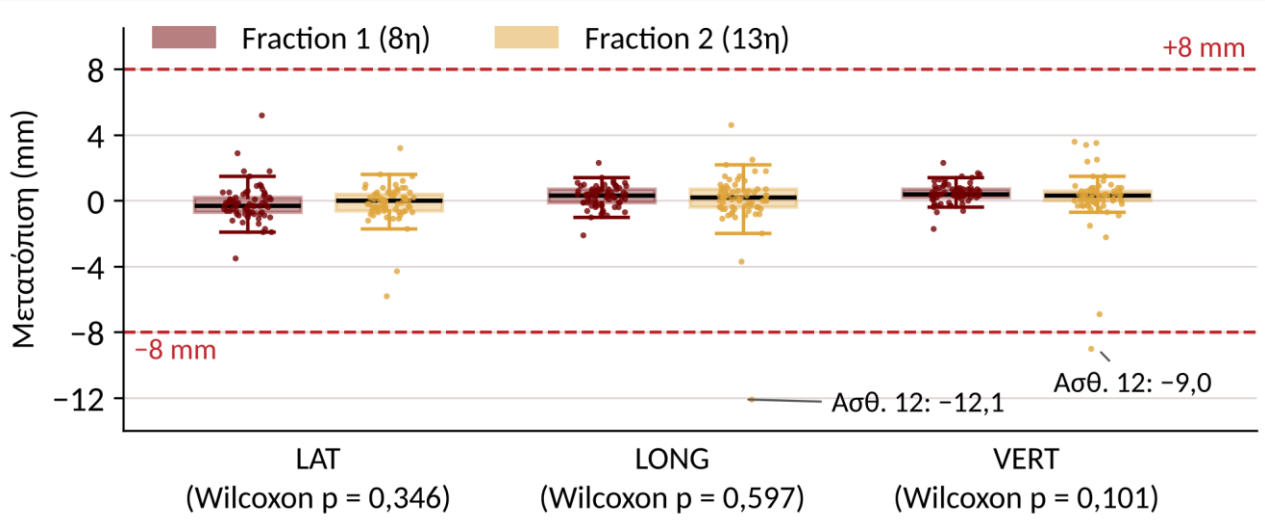
Αποτελέσματα

< 0,5 mm
μέσος όρος μετατόπισης σε κάθε άξονα

2 / 414
μετρήσεις > ±8 mm, σε 1 ασθενή (Fraction 2)

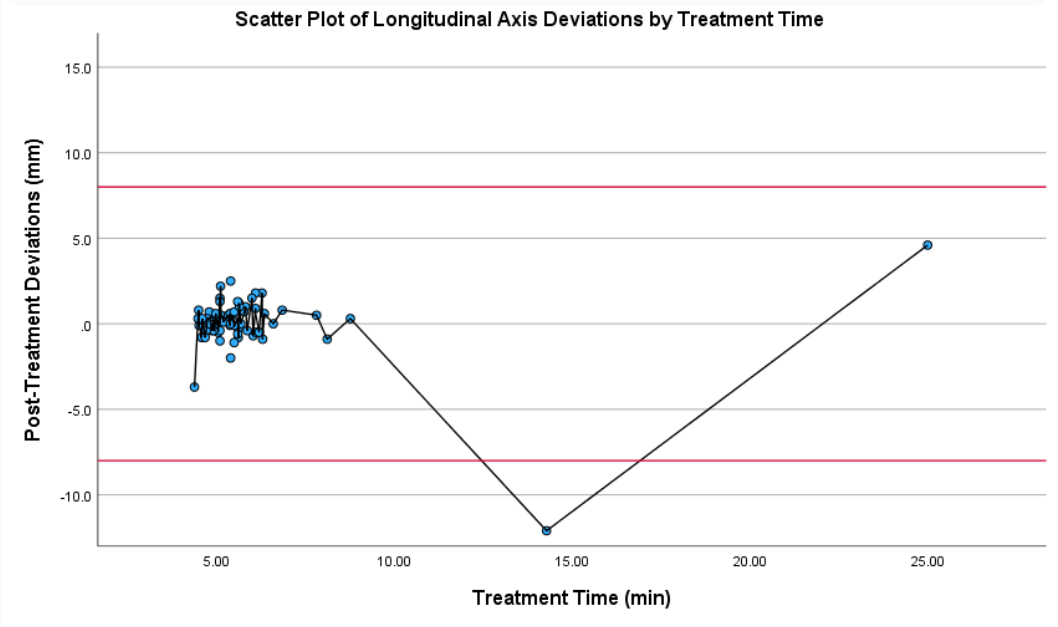
≈ 5,6 – 5,9 min
Μέσος χρόνος ΔΤ μεταξύ pre- και post-CBCT

Μετατοπίσεις ανά ασθενή (mm): Fraction 1 (8η) vs Fraction 2 (13η συνεδρία)



Καμία διαφορά Fr. 1 – Fr. 2 (Wilcoxon, p > 0,05 και για τον ΔΤ: p = 0,593)· καμία συσχέτιση ΔΤ – μετατόπισης (Spearman ρ = 0,03 – 0,17, p > 0,05).

Fraction 2 · Μετατόπιση LONG - χρόνου ΔΤ



Κόκκινες γραμμές: όριο PTV ±8 mm

Ακραίες τιμές ΔΤ: 14,3 min (ασθενής με υπέρβαση LONG και VERT) και 25 min χωρίς υπέρβαση) → η παρατεταμένη διάρκεια δεν συνοδεύεται συστηματικά από υπέρβαση.

Συμπεράσματα

1 Ελάχιστη και σταθερή κίνηση

Στη VMAT με CBCT οι ενδοσυνεδριακές μετατοπίσεις ήταν μικρές και σταθερές (συνεδρίες 8 και 13).

2 Καμία διαφορά μεταξύ συνεδριών

Wilcoxon: LAT, LONG, VERT και ΔΤ χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$).

3 Ανεξαρτησία από τη διάρκεια θεραπείας

Spearman: το ΔΤ δεν συσχετίστηκε με τη μετατόπιση ($\rho < 0,2$, $p > 0,05$).

4 Επάρκεια περιθωρίου PTV 8 mm

Μόνο 2 υπερβάσεις (LONG, VERT), στη 13η συνεδρία και στον ίδιο ασθενή (1/69).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η VMAT προστάτη με καθοδήγηση CBCT (IGRT) εμφανίζει ελάχιστη, σταθερή ενδοσυνεδριακή κίνηση που καλύπτεται επαρκώς από το συμβατικό περιθώριο PTV.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ

Bone matching (έμμεση εκτίμηση της θέσης του προστάτη), καταγράφεται η συσσωρευμένη μετατόπιση.

ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ

Περισσότερες συνεδρίες, soft-tissue registration και εξατομικευμένη παρακολούθηση για σπάνιες περιπτώσεις υψηλής κίνησης.

Βιβλιογραφία

[1] Wang, S., Tang, W., Luo, H., Jin, F., & Wang, Y. (2023). The role of image-guided radiotherapy in prostate cancer: A systematic review and meta-analysis. Clinical and Translational Radiation Oncology, 38, 81–89. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9668680

[2] Boda-Heggemann, J., Köhler, F. M., Wertz, H., Ehmann, M., Hermann, B., Riesenacker, N., Küpper, B., Lohr, F., & Wenz, F. (2008). Intrafraction motion of the prostate during an IMRT session: A fiducial-based 3D measurement with cone-beam CT. Radiation Oncology, 3, 37. https://doi.org/10.1186/1748-717X-3-37

[3] Jmour, O., et al. (2020). CBCT evaluation of inter- and intra-fraction motions during prostate stereotactic body radiotherapy: A technical note. Radiation Oncology, 15, 85. https://doi.org/10.1186/s13014-020-01534-2

[4] Van Herk, M. (2004). Errors and margins in radiotherapy. Seminars in Radiation Oncology, 14(1), 52–64. https://doi.org/10.1053/j.semradonc.2003.10.003

[5] Katrakylidou, E. S., et al. (2025). Comparative evaluation of setup errors using planar imaging and cone beam computed tomography: Feasibility of asymmetric planning margins. Cureus, 17(7), e88599. https://doi.org/10.7759/cureus.88599