3° Πανελλήνιο Συνέδριο
Ιατρικής Φυσικής

27° Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο
Ακτινολογίας

Υπολογιστική επιβεβαίωση της δοσιμετρικής ακρίβειας του αλγορίθμου υπολογισμού δόσης Convolution του συστήματος σχεδιασμού θεραπείας Leksell GammaPlan σε κλινικές περιπτώσεις

Ανδρέας Λογοθέτης[1], Ελευθέριος Παππάς[1], Παναγιώτης Παπαγιάννης[1], Ευάγγελος Παντελής[1], Γεώργιος Κόλλιας[2], Παντελής Καραΐσκος[1,2]

[1] Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
[2] Τμήμα Ιατρικής Φυσικής, Νοσοκομείο Υγεία, Μαρούσι

30, 31 ΟΚΤ + 1 ΝΟΕ
2026

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΛΑΡΙΣΑ

Οργάνωση

ΕΦΙΕ
Ένωση Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

Εισαγωγή

- Ο αλγόριθμος **LGP-Convolution** λαμβάνει υπόψη τις ανομοιογένειες στον υπολογισμό δόσης στην ακτινοχειρουργική Gamma Knife.
- Η κλινική χρήση του παραμένει περιορισμένη, εν μέρει λόγω των μεγαλύτερων υπολογιζόμενων χρόνων ακτινοβόλησης σε σύγκριση με τον LGP-TMR10, ο οποίος δε λαμβάνει υπόψη τις ανομοιογένειες.
- Παρά τις υπάρχουσες υπολογιστικές και πειραματικές μελέτες, η επιβεβαίωση της ακρίβειάς του σε πραγματικά κλινικά πλάνα παραμένει περιορισμένη.

Σκοπός: Αξιολόγηση της δοσιμετρικής ακρίβειας του LGP-Convolution σε κλινικές περιπτώσεις μέσω προσομοιώσεων **Monte Carlo (MC)**.

Μέθοδοι & Υλικά

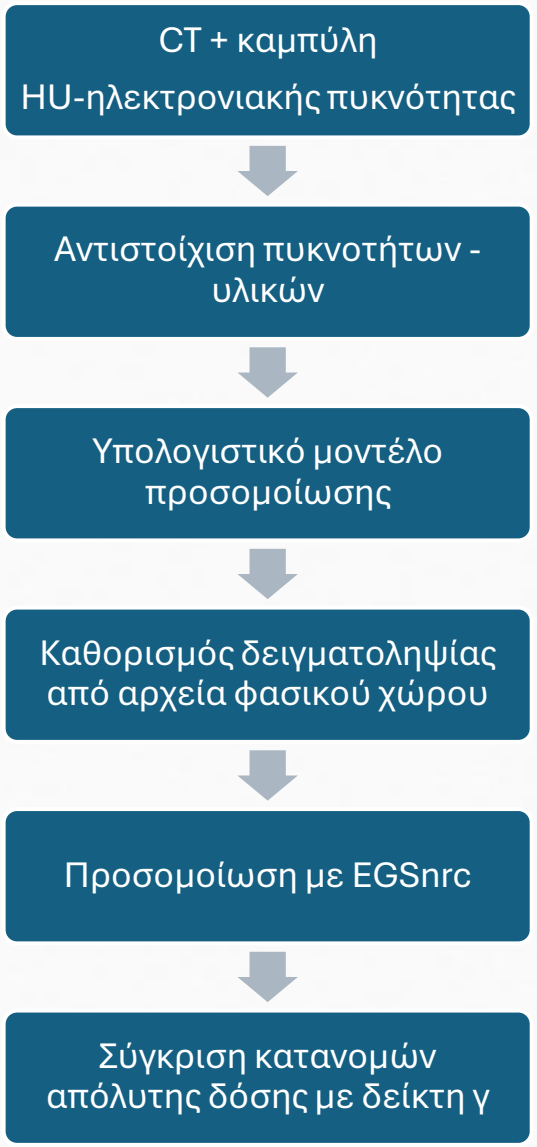
- Μελετήθηκαν ανωνυμοποιημένα δεδομένα **3 ασθενών** για τις περιπτώσεις
  - Μηνιγγιώματος (T1: 15 Gy @78%, T2: 15 Gy @ 45%, T3: 15 Gy @ 66%)
  - Ακουστικού νευρινώματος (15 Gy @ 50%)
  - Νευραλγίας τριδύμου (40 Gy @ 50%)

- Κατασκευάστηκαν υπολογιστικά μοντέλα ασθενών από τις αξονικές τομογραφίες και την καμπύλη HU–ηλεκτρονιακής πυκνότητας.

- Υπολογίστηκαν τρισδιάστατες κατανομές δόσης με το λογισμικό **EGSnrc**, χρησιμοποιώντας πηγή φασικού χώρου, επιβεβαιωμένη σε προηγούμενες ερευνητικές εργασίες (Pappas et al 2016, Logothetis et al 2020).

- Η δειγματοληψία φωτονίων βασίστηκε στους χρόνους ακτινοβόλησης κάθε πεδίου, όπως υπολογίστηκαν με τον LGP-Convolution.

- Οι κατανομές LGP-Convolution και MC συγκρίθηκαν με **τοπική ανάλυση δείκτη γ**, **1%/1 mm**, με κατανομή αναφοράς την MC και κατώφλι αξιολόγησης το **10% της μέγιστης δόσης**.



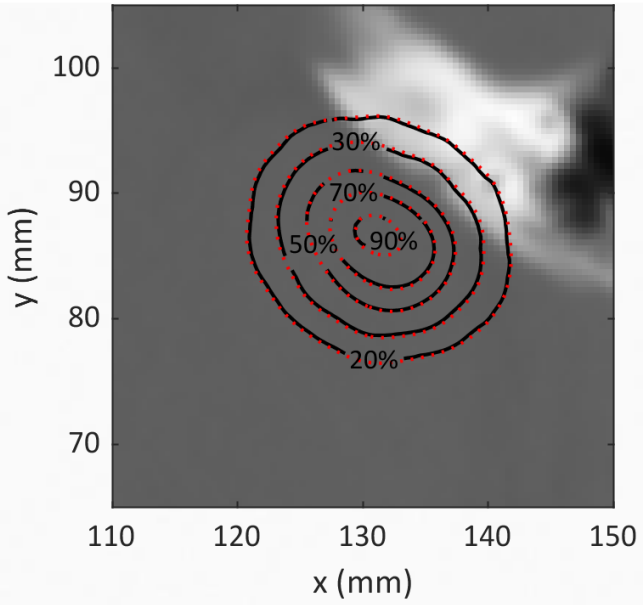
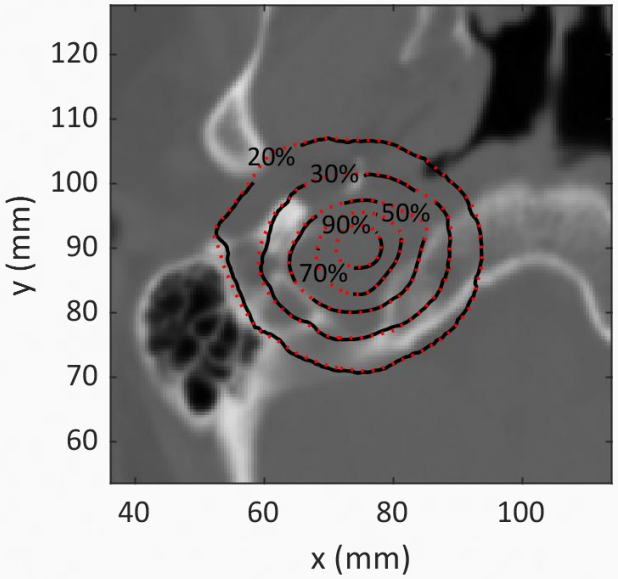
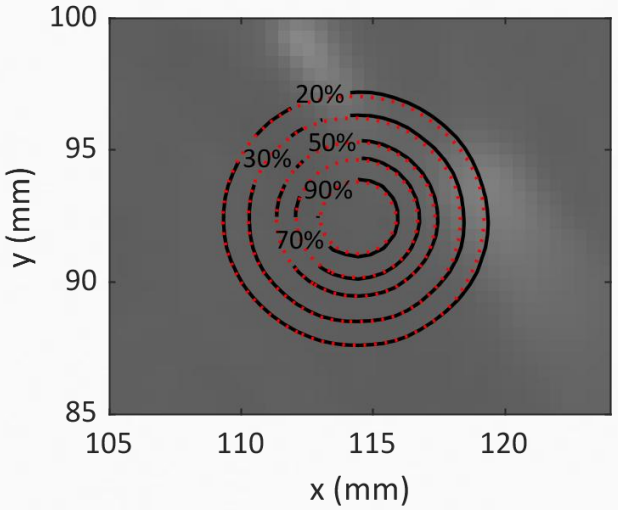
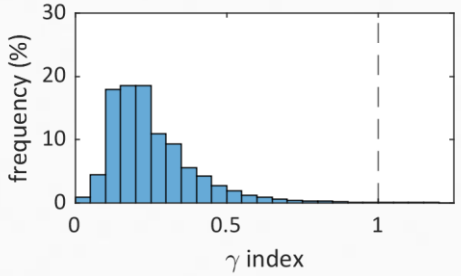
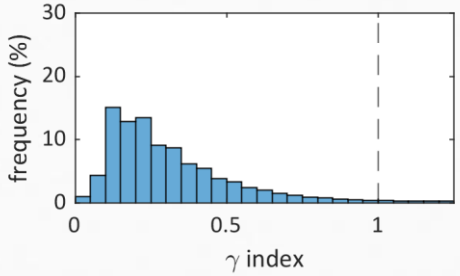
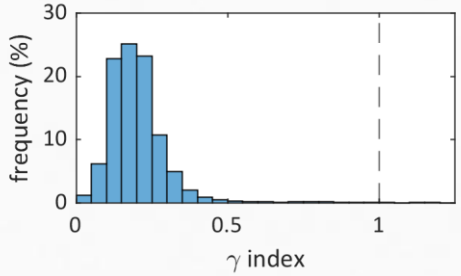
Αποτελέσματα

Ποσοστό επιτυχίας γ: 1%/1 mm · τοπική σύγκριση · δόση > 10% D_{max}

Τα ιστογράμματα εξήχθησαν από ολόκληρη την τρισδιάστατη κατανομή δείκτη γ

Αβεβαιότητες (διάμεσος): MN: 0.36 · AVM: 0.47 · TN: 0.13

MC ····· Convolution

	Μηνιγγίωμα	Ακουστικό νευρίνωμα	Νευραλγία τριδύμου
Ενδεικτική εγκάρσια τομή			
Δείκτης γ			
GPR	99.82%	98.02%	98.88%

Συμπεράσματα

- Παρατηρήθηκε **πολύ καλή συμφωνία** μεταξύ LGP-Convolution και MC στις 3 κλινικές περιπτώσεις: Ποσοστά επιτυχίας δείκτη γ (1%/1 mm) τουλάχιστον 98.02%.

- Τα ευρήματα υποστηρίζουν τη δοσιμετρική ακρίβεια του LGP-Convolution στα εξεταζόμενα πλάνα, με στόχους κοντά σε **ανομοιογένειες** και **διεπαφές ιστών**.

- Το μικρό δείγμα περιορίζει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.
  Η διερεύνηση σε μεγαλύτερο σύνολο κλινικών περιπτώσεων βρίσκεται σε εξέλιξη.

Βιβλιογραφία

- Logothetis A, Pantelis E, Zoros E, Pappas E P, Dimitriadis A, Paddick I, Gårding J, Johansson J, Kollias G, Karaiskos P. *Dosimetric evaluation of the Leksell GammaPlan TM Convolution dose calculation algorithm*. Phys Med Biol 2020 **65** 045011

- Fager M, Gubanski M, Carlsson Tedgren Å, Benmakhlouf H. *Adaptation of dose-prescription for vestibular schwannoma radiosurgery taking body contouring method and heterogeneous material into account*. Acta Oncol 2025 **64** 319-325

- Pantelis E, Logothetis A, Zoros E, Pappas E P, Papagiannis P, Paddick I, Nordström H, Kollias G, Karaiskos P. *Dosimetric accuracy of the Convolution algorithm for Leksell Gamma Plan radiosurgery treatment planning: Evaluation in the presence of clinically relevant inhomogeneities*. J Appl Clin Med Phys 2023 e13903

- Pappas E P, Moutsatsos A, Pantelis E, Zoros E, Georgiou E, Torrens M, Karaiskos P. *On the development of a comprehensive MC simulation model for the Gamma Knife Perfexion radiosurgery unit*. Phys Med Biol 2016 **61** 1182–203

- Rojas-Villabona A, Kitchen N, Paddick I. *Investigation of dosimetric differences between the TMR 10 and convolution algorithm for Gamma Knife stereotactic radiosurgery*. J Appl Clin Med Phys 2016 **17** 217