3° Πανελλήνιο Συνέδριο
Ιατρικής Φυσικής

27° Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο
Ακτινολογίας

Βαθμονόμηση και δοσιμετρική επαλήθευση της τεχνικής ολικής ακτινοβόλησης δέρματος με ηλεκτρόνια

Βενέτης Γεώργιος[1], Χαλκιά Μαρίνα[1], Πατατούκας Γεώργιος[1], Κολλάρος Νικόλαος[1], Ζουράρη Κυβέλη[1], Πλατώνη Καλλιόπη[1]

[1] Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΓΝ «ΑΤΤΙΚΟΝ», Αθήνα

30, 31 ΟΚΤ + 1 ΝΟΕ
2 0 2 6

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΛΑΡΙΣΑ

Οργάνωση

ΕΦΙΕ
Ένωση Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος

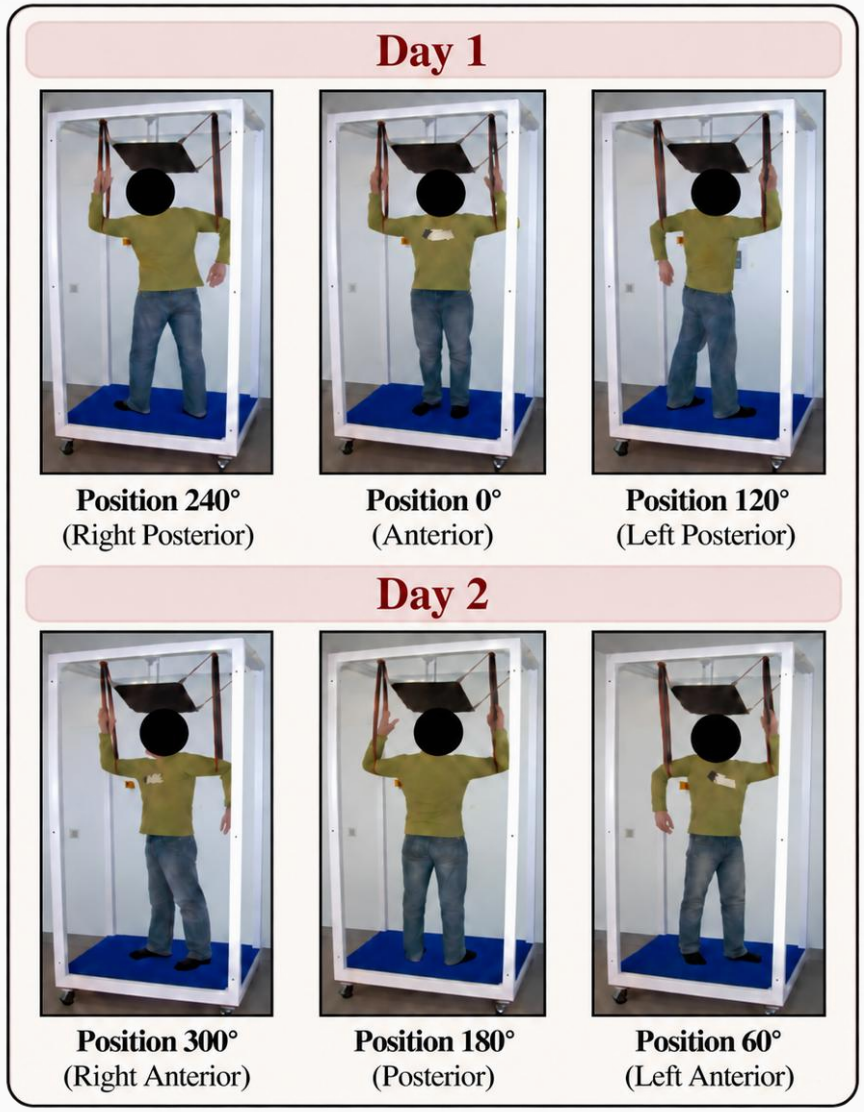
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

Εισαγωγή

Η ολική ακτινοβόληση του δέρματος με δέσμη ηλεκτρονίων (Total Skin Electron Beam - TSEB) αποτελεί καθιερωμένη ακτινοθεραπευτική τεχνική για την αντιμετώπιση των δερματικών Τ-λεμφωμάτων, όπως είναι σπογγοειδής μυκητίαση και το σύνδρομο Sézary.

Στόχος της τεχνικής είναι η ομοιόμορφη κατανομή της δόσης στην επιφάνεια του δέρματος, με παράλληλο περιορισμό της δόσης στους βαθύτερους ιστούς.

Η πιο συνήθης προσέγγιση που για τις θεραπείες TSEB είναι μέσω της τεχνικής Stanford, η οποία βασίζεται στην ακτινοβόληση του ασθενούς ανά 60° με την χρήση έξι διπλών πεδίων ηλεκτρονίων.



Σκοπός:

Βαθμονόμηση και δοσιμετρική επαλήθευση της τεχνικής Stanford στον Varian VitalBeam σύμφωνα με διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες, με στόχο την ασφαλή κλινική εφαρμογή της.

Μέθοδοι & Υλικά





- Δέσμη ηλεκτρονίων 6 MeV ($HDTSe^{-}$)
- Πεδίο 36 × 36 cm^2, χωρίς applicator
- SSD: 378 cm
- Διαστάσεις PMMA: 200 × 80 × 0,5 cm^3
- Σκοπός: Μείωση της ενέργειας της δέσμης

Δοσιμετρική διαδικασία

1 Προσδιορισμός βέλτιστης γωνίας

Καταγραφή φορτίου με θάλαμο ιονισμού παράλληλων πλακών, σε πλάκες PMMA, για διαφορετικές συμμετρικές γωνίες.

2 PDD & ενεργειακός χαρακτηρισμός

Λήψη PDD και προσδιορισμός των ενεργειακών χαρακτηριστικών της δέσμης στον άξονα θεραπείας.

3 Προφίλ δέσμης

Λήψη οριζόντιων και κατακόρυφων προφίλ για αξιολόγηση της ομοιογένειας.

4 Υπολογισμός Monitor Units

Υπολογισμός των MU ανά πεδίο, για τη συνταγογραφούμενη δόση.

5 Δοσιμετρική επαλήθευση

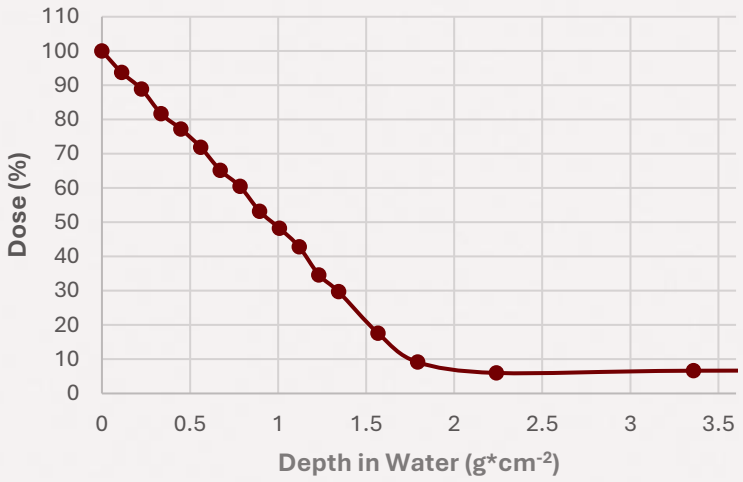
Επαλήθευση σε πλάκες ισοδύναμου νερού με TLDs και films.

6 Σύγκριση με διεθνείς οδηγίες

Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων σύμφωνα με διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες.

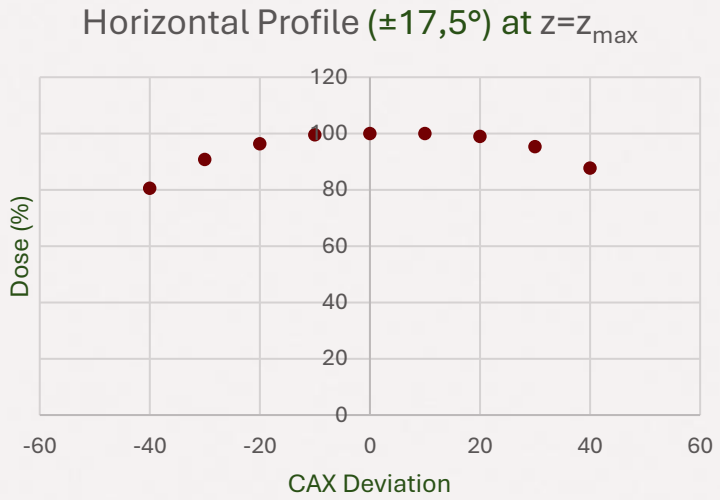
Αποτελέσματα

PDD συνολικής θεραπείας

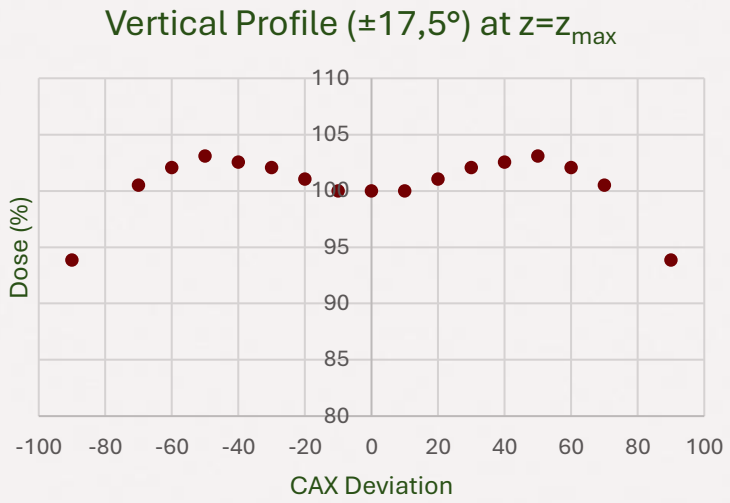


z_{max} shifted to the surface R_{50} = 9,7 mm

Οριζόντιο και κατακόρυφο profile



Uniformity over central 160 cm: ±2,95 %



Uniformity over central 60 cm: ±3,60%

Σύνοψη βασικών ευρημάτων

Παράμετρος	Αποτέλεσμα	Αξιολόγηση
Βέλτιστη γωνία dual field	270° ± 17,5°	✓
Ενέργεια στον άξονα θεραπείας	Μέση ενέργεια: 3,34 MeV / Πιθανότερη: 4,13 MeV	✓
Monitor units	645 MU/πεδίο για 100 cGy	✓
Δοσιμετρική επαλήθευση (2 Gy)	TLDs: 1,93 Gy (3,5%), Films: 1,91 Gy (4,5%)	✓
Bremsstrahlung contamination	Αμελητέα (<1%)	✓

Συμπεράσματα

- ✓ Η τεχνική Stanford στον γραμμικό επιταχυντή Varian VitalBeam του ΠΓΝ «ΑΤΤΙΚΟΝ» πληροί τα απαιτούμενα δοσιμετρικά κριτήρια για **κλινική εφαρμογή.**
- ✓ Λόγω των φυσικών περιορισμών της τεχνικής, αλλά και των ανατομικών ιδιαιτεροτήτων κάθε ασθενούς, συνιστάται η χρήση **in-vivo δοσιμετρίας** για την αναγνώριση πιθανών δοσιμετρικών αποκλίσεων.
- ✓ Η τεχνική συνοδεύεται από την εφαρμογή συμπληρωματικών πεδίων **(boost fields)** σε περιοχές υποδοσιασμού.
- ✓ Απαιτείται κατάλληλη **θωράκιση ακτινοευαίσθητων ανατομικών δομών**.

Λέξεις κλειδιά: TSEB, Τεχνική Stanford, Commissioning, Δοσιμετρική επαλήθευση, Δοσιμετρία ηλεκτρονίων

Βιβλιογραφία

1. Karzmark, C. J., Anderson, J., Buffa, A., Almond, P., Fraass, B., Biggs, P., Dally, E., Johnsen, S., Fessenden, P., & Khan, F. (1987). *Total skin electron therapy: Technique and dosimetry* (AAPM Report No. 23). American Association of Physicists in Medicine.
2. Nelligan, R., Baldwin, Z., Ostwald, T., Tran, T., & Bailey, M. (2015). ACPSEM ROSG TBE working group recommendations for quality assurance in total body electron irradiation. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine, 38*, 479–492.
3. Platoni, K., Diamantopoulos, S., Panayiotakis, G., Kouloulias, V., Pantelakos, P., Kelekis, N., & Efstathopoulos, E. (2012). First application of total skin electron beam irradiation in Greece: Setup, measurements and dosimetry. *Physica Medica, 28*, 174–182.
4. International Atomic Energy Agency. (2024). *Absorbed dose determination in external beam radiotherapy* (TRS-398). International Atomic Energy Agency.
5. Diamantopoulos, S., Platoni, K., Dilvoi, M., Nazos, I., Geropantas, K., Maravelis, G., Tolia, M., Beli, I., Efstathopoulos, E., Pantelakos, P., Panayiotakis, G., & Kouloulias, V. (2011). Clinical implementation of total skin electron beam (TSEB) therapy: A review of the relevant literature. *Physica Medica, 27*, 62–68.
6. Trivedi, G., Oinam, A. S., Yadav, B. S., Singh, P. P., Singh, R., & Robert, N. (2024). Challenges in commissioning the “TSET” technique: A new approach towards monitor unit calculation and beam profile measurements. *Journal of Cancer Research and Therapeutics, 20*, 389–395.