

1. Βαθμονόμηση και αξιολόγηση αβεβαιοτήτων σε διαδικασίες πειραματικής δοσιμετρίας με χρήση EBT-4 φιλμ και επίπεδου σαρωτή σε κλινικές δέσμες Ακτινοθεραπείας

Η ακρίβεια μιας εφαρμογής φιλμ δοσιμετρίας επηρεάζεται από τις συνθήκες ακτινοβολήσης, μεταφοράς και αποθήκευσης αλλά και από τον επίπεδο σαρωτή που χρησιμοποιείται για την μέτρηση της οπτικής πυκνότητας, σε συνδυασμό με το πρωτόκολλο βαθμονόμησης που επιλέχθηκε. Στην παρούσα μελέτη, θα πραγματοποιηθεί χαρακτηρισμός ενός σύγχρονου επίπεδου σαρωτή, με έμφαση στην ομοιογένεια του οπτικού του πεδίου και την επαναληψιμότητα στην μέτρηση της οπτικής πυκνότητας. Στη συνέχεια, θα γίνει βαθμονόμηση μιας παρτίδας EBT-4 φιλμ και εφαρμογή πειραματικής δοσιμετρίας στην Ακτινοθεραπεία, καταλήγοντας σε ένα ενιαίο πρωτόκολλο βαθμονόμησης φιλμ και χαρακτηρισμού του επίπεδου σαρωτή.

Ενδεικτική εισαγωγική βιβλιογραφία:

van Battum et al 2016, How flatbed scanners upset accurate film dosimetry, Phys. Med. Biol. 61 625, doi: 10.1088/0031-9155/61/2/625

Devic et al 2016, Reference radiochromic film dosimetry: Review of technical aspects, Phys Med 32 (2016) 541-556, doi: 10.1016/j.ejmp.2016.02.008

Niroomand-Rad et al 2020, Report of AAPM Task Group 235 Radiochromic Film Dosimetry: An Update to TG-55, Med Phys 47 (12) 5986-6025, doi: 10.1002/mp.14497

2. Μοντελοποίηση δέσμης γραμμικού επιταχυντή υψηλού ρυθμού δόσης

Το θέμα αφορά την μοντελοποίηση των δοσιμετρικών χαρακτηριστικών δέσμης γραμμικού επιταχυντή χωρίς φίλτρο επιπέδωσης. Στο πλαίσιο της εργασίας θα μελετηθεί η επίδραση των διαστάσεων της πηγής και της ενέργειας των φωτονίων στην κατανομή δόσης βάθους και στα προφίλ της δόσης εκτός άξονα.

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με τη μοντελοποίηση δέσμης γραμμικού επιταχυντή για τη διεξαγωγή δοσιμετρικών υπολογισμών με model based dose algorithms
- Εξοικείωση με τα δοσιμετρικά μεγέθη της κατανομής δόσης βάθους (Percentage depth dose-PDD, Tissue to Maximum Ratio-TMR) και την εξάρτησή τους από το ενεργειακό φάσμα των φωτονίων
- Εξοικείωση με δοσιμετρικούς υπολογισμούς Monte Carlo

Ενδεικτική (εισαγωγική) βιβλιογραφία <https://doi.org/10.1002/mp.13898>

3. Υπολογιστική ανάλυση ακτινογραφικών εικόνων θώρακος από παιδιατρικούς ασθενείς με πνευμονία

Υπολογιστική ανάλυση παραμέτρων υφής και γεωμετρικών χαρακτηριστικών που θα εξαχθούν από ψηφιακές ακτινογραφίες θώρακος. Θα χρησιμοποιηθεί dataset εικόνων από παιδιατρικά περιστατικά με πνευμονία και θα γίνει στατιστική σύγκριση με εικόνες χωρίς ευρήματα. Θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό ImageJ ή Python ή Matlab (ανάλογα με τις προγραμματιστικές δεξιότητες του φοιτητή) για την προσπέλαση, εξαγωγή και υπολογισμό των παραμέτρων από τις εικόνες. Στη συνέχεια θα γίνει στατιστική συσχέτιση και σύγκριση.

Βιβλιογραφία, Dataset

<https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/pediatric-pneumonia-chest-xray>

<https://www.mathworks.com/help/images/texture-analysis-1.html>

<https://www.mathworks.com/help/images/create-a-gray-level-co-occurrence-matrix.html>

<https://pyradiomics.readthedocs.io/en/latest/features.html>

4. Υπολογισμός ποσοτικού δείκτη μαγνητικής τομογραφίας στο πολλαπλό μυέλωμα

Στο πολλαπλό μυέλωμα (MM) πλασματοκύτταρα αντικαθιστούν τον φυσιολογικό λιπώδη μυελό των οστών οδηγώντας σε μείωση του κλάσματος λίπους, που ποσοτικοποιεί την αναλογία του λιπώδους (κίτρινου) μυελού των οστών εντός του χώρου του μυελού των οστών. Συνεπώς, ένα σημαντικά χαμηλότερο κλάσμα λίπους (FF) στον μυελό των οστών υποδηλώνει κακοήγη διήθηση. Οι μετρήσεις του κλάσματος λίπους μπορούν να βοηθήσουν στη διαφοροποίηση μεταξύ συμπτωματικής και ασυμπτωματικής MM, με τη συμπτωματική νόσο να εμφανίζει χαμηλότερα κλάσματα λίπους. Επίσης, μια μειωμένη τιμή FF μπορεί να σχετίζεται με μη ανταπόκριση στη θεραπεία ή πρόωμη υποτροπή, ενώ μια βελτιωμένη FF υποδηλώνει θετική ανταπόκριση στη θεραπεία.

Προηγμένες τεχνικές μαγνητικής τομογραφίας, όπως η ποσοτική απεικόνιση Dixon (τεχνική επαναληπτικής αποσύνθεσης νερού και λίπους με ασυμμετρία ηχούς και εκτίμηση ελαχίστων τετραγώνων) και η μαγνητική φασματοσκοπία, χρησιμοποιούνται για τον ποσοτικό προσδιορισμό του FF. Παρ'αυτά, αυτές οι μέθοδοι δεν είναι πάντα διαθέσιμες. Η παρούσα εργασία θα εστιάσει στο εάν η βασική μέθοδος απεικόνισης Dixon μπορεί να δώσει, μέσω απλής ανάλυσης των ληφθέντων απεικονιστικών δεδομένων, αποτελέσματα αξιόπιστα και συγκρίσιμα με αυτά που λαμβάνονται από την ποσοτική μέθοδο Dixon.

Στην παρούσα μελέτη θα αναλυθούν εικόνες από ασθενείς με MM για την εξαγωγή του FF και θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των αντίστοιχων τιμών. Ο δείκτης FF θα συσχετιστεί με άλλους απεικονιστικούς δείκτες αξιολόγησης, όπως ο φαινομενικός συντελεστής διάχυσης, ή χαρακτηριστικά σήματος από τον μυελό.

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με τις βασικές αρχές της μαγνητικής τομογραφίας και κάποιων εξειδικευμένων μεθόδων της που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή ποσοτικών δεικτών.
- Κατανόηση της χρήσης απεικονιστικών ποσοτικών παραμέτρων για την εκτίμηση του φορτίου μιας νόσου και την αξιολόγηση της ανταπόκρισής της σε θεραπευτική παρέμβαση

Ενδεικτική βιβλιογραφία:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35380497/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006497124098161>

5. Απεικόνιση μικροαγγείων με υπερυψηλής ανάλυσης υπερηχογραφία μικροφυσαλίδων

Η εργασία αυτή εντάσσεται στο πλαίσιο ενός ευρύτερου έργου ανάπτυξης μεθοδολογίας για την ανάλυση εικόνων υπερήχων με στόχο την χαρτογράφηση υπερυψηλής ανάλυσης της αγγειακής αιμάτωσης (10 φορές καλύτερη ανάλυση από τις συμβατικές μεθόδους).

Η σύγχρονη σκιαγραφική απεικόνιση χρησιμοποιεί μικροφυσαλίδες ως αποτελεσματικούς σκεδαστές ήχου για την άντληση πληροφοριών σχετικά με την αιμάτωση. Ωστόσο, αυτή η μεθοδολογία ανίχνευσης εξακολουθεί να υπόκειται σε ευρύ φάσμα αβεβαιοτήτων που οφείλονται στην υπερηχογραφική εκτροπή κοντά στο πεδίο. Η εργασία θα διερευνήσει μια καινοτόμα μέθοδο σύμφωνα με την οποία σχηματίζονται εικόνες 3D χαρτών μικροαγγείων παρακολουθώντας μεμονωμένες μικροφυσαλίδες που είναι διαθέσιμες στην κυκλοφορία του αίματος. Αυτή η τεχνική αναμένεται να δώσει πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την αγγειακή αρχιτεκτονική και λειτουργία. Έχουν ήδη αναπτυχθεί ισχυροί ολοκληρωμένους αλγόριθμους τμηματοποίησης και παρακολούθησης για να παρακολουθούμε την κίνηση μεμονωμένων μορίων φθορισμού με εφαρμογή στην οπτική μικροσκοπία. Το λογισμικό παρακολούθησης σωματιδίων που έχει αναπτυχθεί είναι ικανό να χειρίζεται εκατοντάδες χιλιάδες σωματίδια μεταφοράς από δεκάδες χιλιάδες πλαίσια. Θα μεταφράσουμε αυτήν την τεχνολογία για σκοπούς απεικόνισης υπερήχων χρησιμοποιώντας υπάρχοντα δεδομένα *in vitro* και *in vivo* ζωικών μοντέλων. Υπάρχοντα μαθηματικά μοντέλα της αγγειακής αιμάτωσης θα παραμετροποιηθούν για την ανάλυση εικόνων υπερήχων (π.χ. επιβάλλοντας πρόσθετα μοντέλα κίνησης ή οριακών συνθηκών).

Η εργασία θα πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο συνεργασίας με το Πανεπιστήμιο Heriot-Watt (Εδιμβούργο, Ηνωμένο Βασίλειο), υπό την καθοδήγηση του καθ. κ. Βασιλείου Σμπόρου. Το επιθυμητό υπόβαθρο περιλαμβάνει τα εφαρμοσμένα μαθηματικά και βασικές δεξιότητες προγραμματισμού σε Matlab.

Ενδεικτική βιβλιογραφία:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29989960/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31208880/>

6. Αξιολόγηση και βελτιστοποίηση της χωρικής ακρίβειας εικόνων Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (MRI) με χρήση ομοιώματος

Η Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (Magnetic Resonance Imaging – MRI) παίζει θεμελιώδη ρόλο στις σύγχρονες εφαρμογές Ακτινοθεραπευτικής Ογκολογίας - Ακτινοχειρουργικής καθώς επηρεάζει όλους τους κρίκους της αλυσίδας θεραπείας. Αν και οι όγκοι-στόχοι και τα κρίσιμα όργανα ορίζονται συνήθως σε εικόνες Υπολογιστικής Τομογραφίας (Computerized Tomography - CT) του ασθενούς, εικόνες MRI χρησιμοποιούνται επικουρικά κατά το σχεδιασμό του πλάνου θεραπείας ώστε να εκμεταλλευτεί ο Ακτινοθεραπευτής Ογκολόγος ή/και ο Νευροχειρουργός την εξαιρετική αντίθεση μαλακών ιστών που προσφέρει. Ωστόσο, εάν οι εικόνες που χρησιμοποιούνται δεν είναι βέλτιστες ως προς την ποιότητα ή/και τη χωρική πιστότητα, οι δομές που καθορίζονται για το σχεδιασμό του πλάνου θεραπείας σχεδίου θεραπείας μπορεί να αποκλίνουν σε μέγεθος, σχήμα και θέση εντός της πραγματικής ανατομίας του ασθενή.

Θα χρησιμοποιηθεί ομοίωμα κεφαλής με κατάλληλα σημεία εντοπισμού γεωμετρικής παραμόρφωσης που να συνοδεύεται από ειδικό λογισμικό για την αξιολόγηση της χωρικής ανακρίβειας που υπεισέρχονται στις εικόνες MRI που χρησιμοποιούνται κλινικά.

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με τις βασικές αρχές της Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού
- Κατανόηση των απαιτήσεων γεωμετρικής ακρίβειας εξελιγμένων τεχνικών ακτινοθεραπείας
- Εξοικείωση με τη χρήση ομοιωμάτων στον ποιοτικό έλεγχο εφαρμογών απεικόνισης - ακτινοθεραπείας

Ενδεικτική (εισαγωγική) βιβλιογραφία:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6187087/>

7. Μελέτη παραμέτρων Τομογράφου Εκπομπής Ποζιτρονίων (PET) χρησιμοποιώντας το λογισμικό προσομοίωσης ακτινοβολιών GATE

Στην εργασία αυτή θα πραγματοποιηθεί προσομοίωση ενός Τομογράφου Εκπομπής Ποζιτρονίων PET χρησιμοποιώντας το λογισμικό προσομοίωσης ακτινοβολιών GATE. Κατά την εκπόνηση της πτυχιακής θα μοντελοποιηθεί ένα σύστημα PET και θα υπολογιστούν παράμετροι του συστήματος (όπως η ευαισθησία του συστήματος) χρησιμοποιώντας διαφορετικά β^+ ραδιοϊσότοπα και διαφορετικούς ανιχνευτές.

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με την αρχή λειτουργίας ενός συστήματος PET
- Εξοικείωση και εκμάθηση του λογισμικού προσομοίωσης ακτινοβολιών GATE
- Εξοικείωση με πρόγραμμα ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων (κυρίως το Matlab)

Ενδεικτική (εισαγωγική) βιβλιογραφία:

<https://physchembio.biology.uoc.gr/pdf/biol-403dem/03-pet.pdf>

https://drive.google.com/file/d/1Pca6suyEf6-t9PG5Lc4H8pd8G7hbDmN5/view?usp=drive_link

https://drive.google.com/file/d/1Gf1LV81fJgAUEq8CeU-lOt1CoQ03Zdyz/view?usp=drive_link

https://opengate.readthedocs.io/en/latest/getting_started.html

8. Μελέτη των ορίων ανοχής και ανάληψης δράσης σε αποτελέσματα ποιοτικού ελέγχου ακτινοθεραπείας

Η εκμετάλλευση των τεχνικών δυνατοτήτων που παρέχουν οι σύγχρονες μέθοδοι ακτινοθεραπείας (IMRT, VMAT) οδηγεί σε αυξημένη πολυπλοκότητα των πλάνων θεραπείας και καθιστά απαραίτητη τη διασφάλιση ποιότητας πριν από την έναρξη της (Pre-Treatment Quality Assurance - PTQA) για την επαλήθευση της ακρίβειας χορήγησης της δόσης [1]. Διεθνή πρωτόκολλα [6] συνιστούν όρια ανοχής και δράσης κατά τον PTQA βάσει του καθολικού (global) δείκτη γ [2]: ποσοστό επιτυχίας > 95% για κριτήριο συμφωνίας 3%/2 mm για δόση >10% ως όριο ανοχής/ελέγχου (tolerance/control limit), και >90% για τα ίδια κριτήρια ως όριο δράσης/προδιαγραφής (action/specification limit).

Οι συστάσεις αυτές όμως δεν λαμβάνουν υπόψη την εγγενή διακύμανση της πολυπλοκότητας των πλάνων θεραπείας ανάλογα με τον εντοπισμό της νόσου ή την πρακτική κάθε εργαστηρίου. Έτσι, συνιστάται ο καθορισμός ορίων ανοχής και δράσης σε επίπεδο εργαστηρίου με κριτήρια συμφωνίας κατάλληλης αυστηρότητας. Για το σκοπό αυτό προτείνεται η μέθοδος στατιστικού ελέγχου διεργασιών (Statistical Process Control-SPC) που εισήχθη από τον Shewhart [3]. Μέθοδος αυτή όμως τελεί υπό την υπόθεση κανονικότητας για την εξεταζόμενη κατανομή. Εναλλακτικά έχουν προταθεί ευρετικές μέθοδοι [4].

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα χρησιμοποιηθούν πραγματικά δεδομένα PTQA για τον καθορισμό ορίων ανοχής και δράσης της ακτινοθεραπευτικής διεργασίας σε ένα εργαστήριο ακτινοθεραπείας, τόσο με την μέθοδο Shewhart όσο και με ευρετικές μεθόδους, για ποικίλους εντοπισμούς νόσου και διαφορετικά κριτήρια συμφωνίας. Η συλλογή των δεδομένων έχει ολοκληρωθεί. Ο/Η ενδιαφερόμενος/νη θα κληθεί να ολοκληρώσει την επιμέλεια των δεδομένων (καθαρισμός, μετασχηματισμός, καταλογογράφηση), και να εκπονήσει υπολογισμούς βάσει εφαρμογής που έχει ήδη αναπτυχθεί. Το θέμα επιδέχεται διεύρυνσης (ανάλογα με τη διάθεση και τον χρόνο σας) είτε με προσπάθεια συσχέτισης του αποτελέσματος PTQA με δείκτες πολυπλοκότητας του πλάνου θεραπείας ή με την προσθήκη των κατανομών δόσης στα δεδομένα, για την μελέτη συσχέτισης του αποτελέσματος του PTQA με χαρακτηριστικά δοσιμικής (dosimetrics).

Προαπαιτούμενα αποτελούν βασικές γνώσεις στατιστικής και ιατρικής φυσικής (αλληλεπίδραση ιοντίζουσας ακτινοβολίας, δοσιμετρία).

Τα οφέλη από την εκπόνηση της εργασίας περιλαμβάνουν την εξοικείωση με:

- σύγχρονες μεθόδους ακτινοθεραπείας
- σύγχρονες μεθόδους ποιοτικού ελέγχου στην ακτινοθεραπεία
- μεθόδους στατιστικού ελέγχου διεργασιών

Εισαγωγική βιβλιογραφία

1. Miften M, Olch A, Michailidis D, Moran J, Pawlicki T, Molineu A, et al. Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Med Phys. 2018;45(4):53–83. <https://doi.10.1002/mp.12810>
2. Low DA, Dempsey JF. Evaluation of the gamma dose distribution comparison method. Med Phys. 2003;30(9):2455–64. <https://doi.10.1118/1.1598711>
3. Montgomery, Douglas, C. Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition
4. Xiao Q, Bai L, Li G, Zhang X, Li Z, Duan L, et al. A robust approach to establish tolerance limits for the gamma passing rate-based patient-specific quality. Med Phys. 2022;49(2):1312–30. <https://doi.10.1002/mp.15346>

9. Μελέτη των χαρακτηριστικών ραδιοχρωμικού χημικού δοσιμέτρου

Η χημική δοσιμετρία αποτελεί αντικείμενο διεθνούς έρευνας καθώς συνιστά τη μοναδική μέθοδο καταγραφής τρισδιάστατων κατανομών δόσης.

Ο όρος χημική δοσιμετρία αναφέρεται στην ποσοτικοποίηση της χημικής μεταβολής που επάγει η ακτινοβολία σε όγκο υδατικού διαλύματος κατάλληλου παράγοντα, και τη συνάρτησή του βαθμού αυτής με την απορροφούμενη δόση. Η αποτύπωση της κατανομής δόσης (εν είδει χωρικής κατανομής της χημικής μεταβολής) διατηρείται μέσω της ζελατινοποίησης του διαλύματος, και μετράται με χρήση μεθόδων τρισδιάστατης απεικόνισης.

Ενώ στην διεθνή βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφορες συστάσεις χημικών δοσιμέτρων, η βελτιστοποίηση της μεθόδου από απόψεως ευκολίας/φιλικότητας προς το χρήστη και, κυρίως, ακρίβειας παραμένει ανοικτό ερευνητικό ερώτημα.

Μια κατηγορία πολλά υποσχόμενων δοσιμέτρων αποτελούν τα ραδιοχρωμικά δοσίμετρα γέλης που περιέχουν λευκο-χρωστική διαλυμένη, με τη συνδρομή τασιενεργών ενώσεων, σε ζελατίνη ή πολοξαμερές. Η λευκοχρωστική ανάγεται από τις δραστικές ελεύθερες ρίζες που παράγονται κατά την ακτινοβολήση και μεταπίπτει σε χρωστική, η κατανομή της οποίας ποσοτικοποιείται με απεικόνιση οπτικής τομογραφίας. Είναι ασφαλή στη χρήση, εύκολα στην παρασκευή, ισοδύναμα νερού, και χαρακτηρίζονται από ικανοποιητική ακρίβεια στην 3D δοσιμετρία. Εμφανίζουν όμως σχετικά χαμηλή ευαισθησία στην δόση και ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη χρωστική μπορεί η απόκρισή τους να είναι ευαίσθητη στην θερμοκρασία κατά την ακτινοβολήση, την έκθεση στο φως, το ρυθμό δόσης, ή να σημειώνουν σημαντική διάχυση του επαγόμενου από την ακτινοβολία χρώματος μετά την ακτινοβολήση. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα μελετηθούν τα χαρακτηριστικά ραδιοχρωμικού δοσιμέτρου βασισμένου στην λευκοχρωστική Nitro blue tetrazolium (NBT). Ειδικότερα, θα βελτιστοποιηθεί η σύνθεση ραδιοχρωμικών χημικών δοσιμέτρων από απόψεως των χαρακτηριστικών της απόκρισής τους στην δόση με χρήση δειγμάτων μικρού όγκου σε επαναλαμβανόμενους κύκλους παρασκευής-ακτινοβολήσης-μέτρησης-επεξεργασίας, χρησιμοποιώντας διάταξη σπεκτροφωτομετρίας. Ανάλογα με τα αποτελέσματα, η βελτιστοποιημένη σύνθεση θα ακτινοβοληθεί με κλινικά ακτινοθεραπευτικά πρωτόκολλα με σκοπό τη δοκιμασία επιδόσεων του δοσιμετρικού συστήματος (ήτοι του συνδυασμού χημικού δοσιμέτρου με απεικόνιση οπτικής τομογραφίας) και τον καθορισμό της ακρίβειας αυτού.

Προαπαιτούμενα αποτελούν βασικές γνώσεις ιατρικής φυσικής (δοσιμετρία), στατιστικής και επεξεργασίας πειραματικών αποτελεσμάτων.

Τα οφέλη από την εκπόνηση της εργασίας περιλαμβάνουν την εξοικείωση με:

- τα μεγέθη χαρακτηρισμού δοσιμετρικών συστημάτων
- την πειραματική δοσιμετρία
- την επεξεργασία 2D/3D δεδομένων
- τα βασικά της επεξεργασίας εικόνας (χρησιμοποιώντας MatLab, ανάλογα με τη διάθεση και τον χρόνο σας)
- την επιβεβαίωση δόσης στην ακτινοθεραπεία

Εισαγωγική βιβλιογραφία

- <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6560/aabbb6>
- Γραμματικού Ιωάννα, "Μελέτη εφαρμογής τρισδιάστατης χημικής δοσιμετρίας στον ποιοτικό έλεγχο στερεοτακτικής ακτινοχειρουργικής" 2022 (<https://pergamos.lib.uoa.gr/item/uoadl%3A3228492>)
- Κουβάτη Κωνσταντίνα, "Ανάπτυξη μεθόδων τρισδιάστατης χημικής δοσιμετρίας για τον ποιοτικό έλεγχο ακτινοθεραπευτικών εφαρμογών" 2024 (<https://pergamos.lib.uoa.gr/item/uoadl%3A3413808>)