

# Η χρήση της ραδιενέργειας στη θεραπεία Μελέτη Περίπτωσης: Η εφαρμογή του ραδιενεργού ιωδίου I 131

Παπαδόγιαννη Παναγιώτα  
Διπλ. Αρχιτέκτονας Μηχανικός  
Μεταπτυχιακός Φοιτητής ΔΧΤ, ΕΑΠ, Αθήνα,  
Ελλάδα

Email: [jpapadogianni@gmail.com](mailto:jpapadogianni@gmail.com)  
[std160740@ac.eap.gr](mailto:std160740@ac.eap.gr)

Κωνσταντακοπούλου Φωτεινή

Δρ. Χημικός

Μέλος ΣΕΠ ΔΧΤ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ

Email: [konstantakopoulou.foteini@ac.eap.gr](mailto:konstantakopoulou.foteini@ac.eap.gr)

*Περίληψη – Η περίπτωση του καρκίνου του θυρεοειδούς έχει αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες σε παγκόσμιο επίπεδο, κυρίως λόγω της αύξησης του μικροθληματοδόνου ιστολογικού υποτύπου. Η χρήση υπερήχων και FNA έχει επίσης αυξήσει τη συχνότητα διάγνωσης.*

*Στόχος της εργασίας είναι η καταγραφή και εκτίμηση της υπάρχουσας κατάστασης αναφορικά με την χρήση της ραδιενέργειας στη θεραπεία, με έμφαση στη χρήση του ραδιενεργού ιωδίου. Η εργασία αυτή εστιάζει στην παρούσα κατάσταση σε ότι αφορά τη χρήση του ραδιενεργού ιωδίου I131 στην θεραπεία του καρκίνου του θυρεοειδούς αδένου. Επίσης διενεργείται έλεγχος της υπάρχουσας κατάστασης αναφορικά με το ραδιενεργό ιώδιο I131, σε σχέση με τις επιπτώσεις της θεραπείας στους ασθενείς αλλά και στο ιατρικό προσωπικό, που εκτίθεται σε αυτό, στους κινδύνους και τα οφέλη. Εξαιτίας της βλαβερής επίπτωσης της ραδιενέργειας στον οργανισμό, παράλληλα έγινε αναζήτηση και εκτίμηση των μέτρων ακτινοπροστασίας που έχουν νομοθετηθεί στους Κανονισμούς Ακτινοπροστασίας αναφορικά με το ραδιενεργό ιώδιο, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία και παρουσιάζονται στο Π.Δ. 101/2018 και γίνεται και συσχέτιση της εφαρμογής, της χρήσης και των κανονισμών σε παγκόσμιο επίπεδο αναφορικά με την εφαρμογή του ιωδίου I131 με την ελληνική νομοθεσία. Η συνεισφορά μας στη μελέτη αυτή έγκειται στην βιβλιογραφική ανασκόπηση, στην παρουσίαση της υπάρχουσας κατάστασης αναφορικά με το ραδιενεργό ιώδιο και τη χρήση του για θεραπευτικούς σκοπούς, και στην εκτίμηση των μέτρων προστασίας που έχουν θεσπιστεί από τη ελληνική νομοθεσία. Τέλος, παρουσιάζονται μελλοντικές προτάσεις προς διερεύνηση αναφορικά με τα μέτρα ακτινοπροστασίας και την έρευνα για το I 131 σε σχέση με τις εξελίξεις της έρευνας για το θέμα αυτό.*

**Λέξεις-Κλειδιά:** Ραδιενεργό ιώδιο I131, Πυρηνική Ιατρική, Ιοντίζουσα ακτινοβολία, θεραπεία, συνδυαστικές θεραπείες, Καρκίνος του Θυρεοειδή αδένου, Ακτινοπροστασία, ΜΑΠ

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αυτή αναλύει τη χρήση της ραδιενέργειας στην ιατρική, τόσο για θεραπευτικούς όσο και για διαγνωστικούς σκοπούς. Ειδικότερα, παρουσιάζεται ο τρόπος που εφαρμόζεται το ραδιενεργό ιώδιο I-131 καθώς

επίσης και τα απαραίτητα μέτρα προστασίας σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία. Οι θάλαμοι ιωδίου αποτελούν το κεντρικό σημείο χορήγησης του I-131, βοηθώντας σημαντικά στη μάχη κατά του καρκίνου του θυρεοειδούς. Οι πρόσφατες εξελίξεις στη χρήση του θεραπευτικού ιωδίου -I131 εστιάζουν στη διατήρηση του κεντρικού του ρόλου στη θεραπεία διαφόρων καρκίνων, του καρκίνου του θυρεοειδούς και του νευροβλαστώματος κατά κύριο λόγο, καθώς και στην αναζήτηση νέων συνδυαστικών θεραπειών.

Στόχος της εργασίας είναι η καταγραφή και εκτίμηση της υπάρχουσας κατάστασης αναφορικά με την χρήση της ραδιενέργειας στη θεραπεία του καρκίνου του θυρεοειδούς αδένου. Επίσης διενεργείται έλεγχος της υπάρχουσας κατάστασης αναφορικά με το ραδιενεργό ιώδιο I131, σε σχέση με τις επιπτώσεις της θεραπείας στους ασθενείς αλλά και στο ιατρικό προσωπικό, που εκτίθεται σε αυτό, στους κινδύνους και τα οφέλη. Επίσης γίνεται παρουσίαση και εκτίμηση των μέτρων προστασίας που έχουν θεσπιστεί από τη ελληνική νομοθεσία. Τέλος, παρουσιάζονται μελλοντικές προτάσεις προς διερεύνηση αναφορικά με τα μέτρα ακτινοπροστασίας και την έρευνα για το I 131 σε σχέση με τις εξελίξεις της έρευνας για το θέμα αυτό.

Το ιώδιο-131 εξακολουθεί να αποτελεί το βασικό εργαλείο στη θεραπεία του καλά διαφοροποιημένου καρκίνου του θυρεοειδούς, ειδικά μετά την χειρουργική επέμβαση αφαίρεσης υπολειμμάτων του αδένου, τη θεραπεία μεταστάσεων και τις υποτροπές. Οι έρευνες εστιάζουν στο χρονικό πλάνο χορήγησης του ιωδίου μετά το χειρουργείο, λόγω των ευρημάτων ενδείξεων ότι η θεραπεία μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική όταν η χορήγησή της γίνεται αφού έχουν παρέλθει τρεις μήνες μετά την επέμβαση. Παράλληλα, συνεχίζεται η έρευνα για την καθορισμό της κατάταξης του επιπέδου του κινδύνου που διατρέχουν οι ασθενείς ανά περίπτωση, μέσω της ενσωμάτωσης μοριακών και απεικονιστικών βιοδεικτών προκειμένου να επιτυγχάνεται εξατομικευση της θεραπείας προσαρμοσμένη στην κάθε περίπτωση καρκίνου του ασθενούς.

Το ραδιενεργό ιώδιο-131, χρησιμοποιείται στη θεραπεία του νευροβλαστώματος, ειδικά στη μορφή I-131-μεταϊωδοβενζυλογουανιδίνης (I-131-MIBG), ενός τύπου καρκίνου που συναντάται κυρίως σε παιδιά. Πρόσφατες μετα-αναλύσεις υποδεικνύουν ότι το I-131-MIBG είναι αποτελεσματικό τόσο μόνο του σαν θεραπεία όσο και σε συνδυασμό με άλλες θεραπείες, επί παραδείγματι τη χημειοθεραπεία. Οι συνδυαστικές θεραπείες έχουν δείξει αισιόδοξα αποτελέσματα στην επιβίωση των ασθενών, αν και συνοδεύονται από αυξημένους κινδύνους για αιματολογικές τοξικότητες, όπως η θρομβοπενία και η ουδετεροπενία. Νέες προσεγγίσεις που συνδυάζουν το I-131 με άλλες θεραπευτικές μεθόδους διερευνώνται προκειμένου να ξεπεραστεί η αντίσταση του όγκου και να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα. Οι εξελίξεις αυτές δείχνουν τη συνεχή πρόοδο στη χρήση του I-131 στη θεραπεία, με έμφαση στην εξατομίκευση της θεραπείας, τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και τη διαχείριση των παρενεργειών από την θεραπεία. Η έρευνα εξετάζει νέες πιθανές χρήσεις και συνδυασμούς του I 131, προκειμένου να διευρύνουν τις εφαρμογές του στην ογκολογία.

Η συμβολή μας σε αυτή τη μελέτη έγκειται στην βιβλιογραφική ανασκόπηση, στην παρουσίαση και εκτίμηση της υπάρχουσας κατάστασης σε ότι αφορά την θεραπεία, εστιασμένη στο ραδιενεργό I131, στην εκτίμηση των θεσμοθετημένων μέτρων ακτινοπροστασίας. Παρατίθενται συμπεράσματα και προτάσεις βελτιστοποίησης για τη φυσική θωράκιση από την ακτινοπροστασία και συμπεράσματα και προτάσεις προς διερεύνηση σε θέματα έρευνας για το I 131.

**II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:** Η διάρθρωση της εργασίας περιλαμβάνει αρχικά πληροφορίες γενικού περιεχομένου αναφορικά με την Ραδιενέργεια. Γίνεται αναφορά στον ιονισμό του ατόμου, στα ραδιοϊσότοπα που χρησιμοποιούνται στην Πυρηνική Ιατρική και στη μονάδα μέτρησης της Ραδιενέργειας. Σε επόμενα κεφάλαια παρατίθενται ιστορικά στοιχεία για τη Ραδιενέργεια, γίνεται αναφορά για τη χρήση της σε ιατρικές εφαρμογές, και παρουσιάζονται οι τύποι ακτινοβολίας.

Στο κυρίως μέρος της Διπλωματικής Εργασίας, γίνεται αναφορά στον καρκίνο του θυρεοειδούς, στον τρόπο αντιμετώπισής του, τις μεθόδους θεραπείας και διάγνωσης. Παρατίθενται στοιχεία που αφορούν το κύριο τρόπο θεραπείας αυτού του είδους του καρκίνου, που γίνεται με χορήγηση Ραδιενεργού Ιωδίου I131, που είναι γνωστό και ως θεραπευτικό ιώδιο. Παρατίθεται υλικό αναφορικά με διαδικασία πριν τη χορήγηση του ιωδίου, κατά την διάρκεια αλλά και μετά, τον τρόπο χορήγησης, το τόπο, και τις διαδικασίες μετά την θεραπεία γενικότερα. Επίσης, Επιχειρείται μία αναφορά σε ζητήματα που τίθενται αναφορικά με τη χρήση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας και την ασφάλεια του εφοδιασμού με ραδιοϊσότοπα στην πυρηνική ιατρική, καθώς επίσης και οι κανονισμοί ακτινοπροστασίας παραθέτοντας την σχετική νομοθεσία.

Εν συνεχεία, γίνεται μια αναφορά στις επιπτώσεις της θεραπείας με ραδιενεργό ιώδιο, στους κινδύνους και τα οφέλη και παρουσιάζονται τα ποσοστά αναπηρίας όπως προσδιορίζονται από τον φορέα ΚΕΠΑ.

Τέλος, εξάγονται συμπεράσματα αναφορικά με τη χρήση της ραδιενέργειας στη θεραπεία και τη διάγνωση,

κατόπιν της παρουσίασης των κινδύνων και των ωφελειών.

Η μέθοδος η οποία ακολουθείται για τη συγγραφή της εργασίας αυτής είναι η έρευνα αναφορικά με τη χρήση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας σε ιατρικές εφαρμογές, και πιο συγκεκριμένα στον καρκίνο του θυρεοειδούς στον οποίο ο κύριος τρόπος αντιμετώπισής του γίνεται με το ραδιενεργό ιώδιο I-131, όπως έχουμε προαναφέρει.

Λαμβάνονται υπόψη δεδομένα από τη βιβλιογραφία που σχετίζεται με το είδος αυτού του καρκίνου αλλά και βιβλιογραφία που αφορά τη ραδιενέργεια στη θεραπεία. Χρησιμοποιούνται πηγές από επιστημονικά περιοδικά, από άρθρα στο διαδίκτυο, από συγγράμματα. Παρουσιάζονται ιστορικά στοιχεία αναφορικά με τη ραδιενέργεια, ιστορικά στοιχεία αναφορικά με τη χρήση του I 131 για τη θεραπεία του καρκίνου του θυρεοειδούς, εξειδικευμένες πληροφορίες αναφορικά με το σχήμα της θεραπείας, τον καθορισμό των δόσεων, τους θαλάμους ιωδίου και τα μέτρα προστασίας του προσωπικού. Επίσης παρατίθενται η νομοθεσία σχετικά με τους κανόνες της ακτινοπροστασίας.

Εξετάζονται οι πρόσφατες εξελίξεις στη χρήση του θεραπευτικού ιωδίου -I131 και λαμβάνοντας υπόψη την ανάπτυξη των μέσων τεχνολογίας, παρουσιάζονται μελλοντικές προτάσεις προς διερεύνηση αναφορικά με τα μέτρα ακτινοπροστασίας και την έρευνα για το I131 καθώς επίσης και προτάσεις για μελλοντική έρευνα σχετικά με την εφαρμογή του ιωδίου-131 (I-131) στη θεραπεία.

**III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:** Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια παγκόσμια αύξηση των περιπτώσεων καρκίνου του θυρεοειδούς, κυρίως λόγω της προόδου στις διαγνωστικές μεθόδους, οι οποίες επιτρέπουν την ανίχνευση μικρότερων καρκίνων σε πρώιμο στάδιο. Οι γυναίκες διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του θυρεοειδούς σε σύγκριση με τους άνδρες, με τη συνηθέστερη μορφή να είναι ο διαφοροποιημένος καρκίνος θυρεοειδούς (DTC), ο οποίος περιλαμβάνει θηλώδη και θυλακίωδη καρκινώματα.

Η θεραπεία με χρήση ραδιενεργού ιωδίου είναι μια ευρέως διαδεδομένη και αποδεκτή κλινική πρακτική μετά από θυρεοειδεκτομή. Η επικουρική θεραπεία με RAI συνιστάται για τη μείωση των πιθανοτήτων υποτροπής, ιδιαίτερα σε ασθενείς υψηλού κινδύνου υποτροπής που δεν εμφανίζουν μεταστάσεις. Η αποτελεσματικότητα της θεραπείας εξαρτάται από πολλές παραμέτρους που σχετίζονται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ασθενούς.

Η θεραπεία με ραδιενεργό ιώδιο I-131 έχει συνδεθεί με μείωση των δεικτών υποτροπής και θνησιμότητας, καθώς καταστρέφει μικροσκοπικές εστίες όγκου που παραμένουν μετά τη θεραπεία. Παρόλο που είναι γενικά ασφαλής, η θεραπεία μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές, όπως δυσλειτουργίες διαφόρων συστημάτων και δευτερογενείς κακοήθειες, ιδιαίτερα σε νεότερους ασθενείς. Είναι σημαντικό να προσαρμοζόμαστε η δόση του I-131 ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε ασθενούς για να επιτυγχάνεται η βέλτιστη ισορροπία μεταξύ θεραπευτικών οφελών και πιθανών κινδύνων.

Οι συνδυαστικές θεραπείες έχουν δείξει αισιόδοξα αποτελέσματα στην επιβίωση των ασθενών, αν και συνοδεύονται από αυξημένους κινδύνους για

αιματολογικές τοξικότητες, όπως η θρομβοπενία και η ουδετεροπενία. Νέες προσεγγίσεις που συνδυάζουν το I-131 με άλλες θεραπευτικές μεθόδους διερευνώνται προκειμένου να ξεπεραστεί η αντίσταση του όγκου και να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα. Αυτές περιλαμβάνουν τη συνδυασμένη χρήση του I-131 με ευαισθητοποιητές ακτινοβολίας και χημειοθεραπευτικούς παράγοντες, με ποικίλα αποτελέσματα που σχετίζονται με τον τύπο και το στάδιο του καρκίνου. Οι εξελίξεις αυτές δείχνουν τη συνεχή πρόοδο στη χρήση του I-131 στη θεραπεία, με έμφαση στην εξατομικευση της θεραπείας, τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και τη διαχείριση των παρενεργειών από την θεραπεία. Η έρευνα εξετάζει νέες πιθανές χρήσεις και συνδυασμούς του I-131, προκειμένου να διευρύνουν τις εφαρμογές του στην ογκολογία.

Αξιολογώντας τις πρόσφατες εξελίξεις στη χρήση του θεραπευτικού ιωδίου I-131 διαπιστώνονται κάποια ζητήματα αναφορικά με τη χρήση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας για θεραπευτικούς σκοπούς. Τα θέματα αυτά σχετίζονται με την μεγάλη έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία, η οποία συνδέεται σημαντικά με την επιδείνωση της υγείας, σύμφωνα με διεθνείς έρευνες. Ο τομέας της ιατρικής συμβάλλει στη μεγαλύτερη συνολική έκθεση του πληθυσμού σε αυτές τις ακτινοβολίες, με περίπου 4 εκατομμύρια διαγνωστικές πράξεις να διενεργούνται ετησίως παγκοσμίως. Αυτό καθιστά την ασφάλεια της χρήσης ιοντίζουσας ακτινοβολίας κρίσιμο ζήτημα. Η ανάπτυξη νέων ιατρικών πρακτικών έχει αυξήσει την έκθεση ασθενών και επαγγελματιών υγείας σε ιοντίζουσα ακτινοβολία, καθιστώντας το ζήτημα των υψηλότερων δόσεων ακτινοβολίας σε συγκεκριμένες διαδικασίες να είναι σημαντικό θέμα προς διαχείριση και συνεπώς να απαιτείται αυστηρότερη αιτιολόγηση και βελτιστοποίηση των πρωτοκόλλων για την προστασία τους.

Εμφανίζονται ενδείξεις ότι η θεραπεία μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική όταν η χορήγησή της γίνεται αφού έχουν παρέλθει τρεις μήνες μετά την επέμβαση της θυρεοειδεκτομής, συνεπώς ο καθορισμός του ιδανικού χρόνου χορήγησης του I-131 μετά την επέμβαση, για τη βελτίωση των θεραπευτικών αποτελεσμάτων, είναι θέμα προς διερεύνηση.

Η θεραπεία του καρκίνου του νευροβλαστώματος, γίνεται με τον συνδυασμό του RAI στη μορφή I-131-MIBG (μεταϊωδοβενζυλογουανιδίνη). Οι συνδυαστικές θεραπείες έχουν δείξει αισιόδοξα αποτελέσματα στην επιβίωση, συνεπώς φαίνεται να είναι σημαντική η ενίσχυση και τη διεύρυνση της χρήσης του I-131 στην ογκολογία, με στόχο τη βελτίωση των αποτελεσμάτων για τους ασθενείς, της ποιότητας της ζωής τους, της πρόσβασης στην θεραπεία, και την επέκταση των εφαρμογών της θεραπείας.

Οι ερευνητικοί αντιδραστήρες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ραδιοϊσοτόπων παρουσιάζουν φθορές λόγω παλαιότητας. Αυτό δημιουργεί ελλείψεις που επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα των υγειονομικών υπηρεσιών. Βελτιωμένα και αναβαθμισμένα σκευάσματα βελτιώνουν την ποιότητα της θεραπείας σε ασθενείς και συνεπώς την ποιότητα των ιατρικών παροχών.

Διερεύνηση της πρόσβασης στη θεραπεία σε πληθυσμό με περιορισμένους πόρους, καθώς το δικαίωμα στη

πρόσβαση στη θεραπεία πρέπει να είναι δικαίωμα όλων μας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της ιατρικής συνεπάγονται αύξηση της πολυπλοκότητας και των ευκαιριών για νέους τύπους ανθρώπινων σφαλμάτων και αστοχιών του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού. Στο πλαίσιο αυτό, η διαρκής εκπαίδευση και κατάρτιση των μελών της ομάδας ακτινοθεραπείας, στις νέες και εξελισσόμενες τεχνολογίες, όπως και η απαρέγκλιτη τήρηση των σαφώς καθορισμένων πολιτικών και διαδικασιών διασφάλισης της ποιότητας αποτελούν ζητήματα υψίστης σημασίας.

Η ιοντίζουσα ακτινοβολία έχει γίνει ένα απαραίτητο εργαλείο για τη διάγνωση και τη θεραπεία ενός ευρέος φάσματος ιατρικών καταστάσεων, οδηγώντας σε αύξηση των σωρευτικών δόσεων ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ζωής τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Η περισσότερη έκθεση σε ακτινοβολία σε ιατρικά περιβάλλοντα οφείλεται σε ακτινοσκοπική απεικόνιση, η οποία χρησιμοποιεί ακτίνες X για την παραγωγή δυναμικών και λειτουργικών εικόνων σε πραγματικό χρόνο. Η επίσημη εκπαίδευση στην ακτινοπροστασία είναι απαραίτητη για τη μείωση της έκθεσης του ιατρικού προσωπικού και των ασθενών, αλλά η εφαρμογή των κατευθυντήριων γραμμών για την ακτινοπροστασία μπορεί να είναι δύσκολη. Πολλοί επεμβατικοί στερούνται επίσημης εκπαίδευσης στη μείωση της δόσης ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της, ιδιαίτερα εκείνοι που χρησιμοποιούν ακτινοσκοπική απεικόνιση εκτός εξειδικευμένων ακτινολογικών ή επεμβατικών τμημάτων, γεγονός που οδηγεί σε χαμηλότερη τήρηση των κατευθυντήριων γραμμών ασφαλείας. Η ακτινοσκόπηση χρησιμοποιείται ευρέως σε ειδικότητες όπως η ορθοπαιδική, η ουρολογία, η επεμβατική ακτινολογία, η επεμβατική καρδιολογία, η αγγειοχειρουργική και η γαστρεντερολογία. Καθώς η έκθεση στην ακτινοβολία γίνεται πιο κοινή, η συνολική κατανόηση των κινδύνων και των τεχνικών για τη μείωση της δόσης θα είναι ολοένα και πιο σημαντική.

Οι εργαζόμενοι σε χώρους που εκτίθενται σε ραδιενέργεια, συσσωρεύουν αθροιστική ραδιενέργεια της οποίας τα επιτρεπτά επίπεδα καθορίζονται από τους κανονισμούς ακτινοπροστασίας στην ελληνική νομοθεσία. Ο έλεγχος της ποσότητας της ραδιενέργειας στην οποία τίθεται το ιατρικό προσωπικό είναι υψίστης σημασίας, συνεπώς η βελτίωση των τεχνολογιών μέτρησης ακτινοβολίας στο ιατρικό προσωπικό (σε ατομικό επίπεδο) καθώς επίσης και στους χώρους, αποτελεί σημαντικό θέμα.

Βελτιστοποίηση πρωτοκόλλων ακτινοπροστασίας σε έκθεση σε ακτινοβολία, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και όχι μόνο, ως προς την ευελιξία αποτελεί εργαλείο προκειμένου να υπάρχει βελτιστοποίηση των μέτρων ασφαλείας.

**IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:** Ο καρκίνος του θυρεοειδούς αδένου είναι η συχνότερα εμφανιζόμενη κακοήθεια του ενδοκρινικού συστήματος. Τα τελευταία χρόνια, ο επιπολασμός της νόσου έχει αυξηθεί ραγδαία, κάτι που αποδίδεται τόσο στην αύξηση των διαγνωστικών εξετάσεων όσο και στους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η χρήση του ραδιενεργού ιωδίου-131 στη θεραπεία του καρκίνου του θυρεοειδούς είναι πολύ αποτελεσματική στην καταστροφή των καρκινικών όγκων και στην αποτροπή των υποτροπών ή μεταστάσεων. Η αξιολόγηση των χαρακτηριστικών κάθε ασθενούς επιτρέπει την ανάπτυξη ενός εξατομικευμένου προγράμματος θεραπείας

Τα ποσοστά επιβίωσης και θεραπείας του καρκίνου του θυρεοειδούς είναι εξαιρετικά ενθαρρυντικά, ιδίως αν διαγνωστεί εγκαίρως. Η χρήση θεραπευτικού ιωδίου-131 έχει αποδειχθεί μια αποτελεσματική και ευρέως αποδεκτή μέθοδος για την αντιμετώπιση της νόσου.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, λαμβάνοντας υπόψη τις κατευθυντήριες οδηγίες της Διεθνούς Επιτροπής Ακτινοπροστασίας, έχει αναπτύξει νομοθεσία για την ακτινοπροστασία, η οποία έχει ενταχθεί και στην ελληνική νομοθεσία. Η επαρκής κατάρτιση των επαγγελματιών υγείας στην ασφαλή χρήση των ιοντίζουσών ακτινοβολιών είναι κρίσιμη.

Αξιολογώντας τις πρόσφατες εξελίξεις στη χρήση του θεραπευτικού ιωδίου -I131, παρατίθενται μερικές προτάσεις για μελλοντική έρευνα σχετικά με την εφαρμογή του ιωδίου-131 (I-131) στη θεραπεία:

Διερεύνηση του χρονοδιαγράμματος χορήγησης με σκοπό τον καθορισμό του ιδανικού χρόνου χορήγησης του I-131 μετά την επέμβαση, ιδιαίτερα σε ασθενείς με καρκίνο του θυρεοειδούς, για τη βελτίωση των θεραπευτικών αποτελεσμάτων, λόγω των ευρημάτων ενδείξεων ότι η θεραπεία μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική όταν η χορήγησή της γίνεται αφού έχουν παρέλθει τρεις μήνες μετά την επέμβαση.

Συνδυασμοί του I-131 με άλλες θεραπείες όπως συστήνεται και στην θεραπεία με I-131-MIBG (μεταϊωδοβενζυλογουανιδίνη) στην περίπτωση καρκίνου του νευροβλαστώματος το οποίο φαίνεται να είναι αποτελεσματικό τόσο μόνο του σαν θεραπεία όσο και σε συνδυασμό με άλλες θεραπείες, επί παραδείγματι η χημειοθεραπεία. Οι συνδυαστικές θεραπείες έχουν δείξει αισιόδοξα αποτελέσματα στην επιβίωση.

Διεύρυνση της χρήσης του I-131 σε άλλους καρκίνους λόγω της ευκολίας της χορήγησής του σε ασθενείς (σε μορφή χαπιού από το στόμα) καθώς και των ελαφριών παρενεργειών μετά την κατάποσή του.

Έρευνα ως προς την βελτίωση και αναβάθμιση σκευασμάτων με ενδεχόμενη ενσωμάτωση νανοτεχνολογίας, της ικανότητας της επιστήμης και της τεχνολογίας να ερευνά και να εργάζεται σε όλο και μικρότερη κλίμακα, δηλαδή σε ατομικό και μοριακό επίπεδο

Διερεύνηση της πρόσβασης στη θεραπεία σε πληθυσμό με περιορισμένους πόρους, καθώς το δικαίωμα στη πρόσβαση στη θεραπεία πρέπει να είναι δικαίωμα όλων μας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Αξιολογώντας τη σημαντικότητα της προστασίας από την έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία, παρατίθενται

μερικές προτάσεις για μελλοντική έρευνα σχετικά με τα μέτρα ακτινοπροστασίας:

Ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στον εξοπλισμό ατομικής προστασίας (ΜΑΠ). Έρευνα για ανάπτυξη νέων υλικών που να παρέχουν καλύτερη θωράκιση από την ακτινοβολία, και να είναι ευέλικτα.

Ενσωμάτωση Smart τεχνολογίας, κάποιου αισθητήρες για παράδειγμα μέτρησης των επιπέδων ακτινοβολίας που δέχονται οι εργαζόμενοι σε πραγματικό χρόνο και καταγραφή των δεδομένων με κάποιο πρόγραμμα που θα μπορεί να επεξεργάζεται αυτά τα δεδομένα προς όφελος της διαχείρισης της έκθεσης σε ακτινοβολία.

Βελτιστοποίηση πρωτοκόλλων ακτινοπροστασίας ως προς την ευελιξία. Προτείνεται η ανάπτυξη πρωτοκόλλων που θα προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο, ανάλογα με την εκάστοτε μέτρηση ακτινοβολίας, σε συγκεκριμένες εγκαταστάσεις προκειμένου να λαμβάνονται εξειδικευμένα μέτρα ασφάλειας.

Ανάπτυξη εφαρμογών (applications) ενημέρωσης για το κοινό με σκοπό την ενημέρωση και πρόληψη για θέματα προστασίας από ακτινοβολία. Ανάπτυξη διαδραστικών προγραμμάτων εξειδικευμένης ενημέρωσης και εκπαίδευσης που να προσαρμόζονται στις ανάγκες των εργαζομένων ανάλογα με τον επαγγελματικό τομέα που βρίσκονται και με το είδος της έκθεσης σε ραδιενέργειας που υπόκεινται.

#### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Haugen, B. R., Alexander, E. K., Bible, K. C., Doherty, G. M., Mandel, S. J., Nikiforov, Y. E., ... & Wartofsky, L. (2016). 2015 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: the American Thyroid Association guidelines task force on thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid*, 26(1), 1-133
- Cooper, D. S., Doherty, G. M., Haugen, B. R., Kloos, R. T., Lee, S. L., Mandel, S. J., ... & Tuttle, R. M. (2009). Revised American Thyroid Association management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: the American Thyroid Association (ATA) guidelines taskforce on thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid*, 19(11), 1167-1214.
- Liu, N., Meng, Z., Jia, Q., Tan, J., Zhang, G., Zheng, W., Wang, R., Li, X., Hu, T., Upadhyaya, A., Zhou, P., & Wang, S. (2016). Multiple-factor analysis of the first radioactive iodine therapy in post-operative patients with differentiated thyroid cancer for achieving a disease-free status. *Scientific Reports*, 6, 34915. <https://doi.org/10.1038/srep34915>
- Iizuka, Y., Katagiri, T., Ogura, K., Inue, M., Nakashima, R., Nakamura, K., & Mizowaki, T. (2023). Recurrence-free survival and prognosis after adjuvant therapy with radioactive iodine-131 in patients with differentiated thyroid carcinoma. *Scientific Reports*, 13, 10795. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37899-z>
- Khong, P. L., Ringertz, H., Donoghue, V., Frush, D., Rehani, M., Appelgate, K., & Sanchez, R. (2013). ICRP publication 121: radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. *Annals of the ICRP*, 42(2), 1-63.
- Siegel, R. L., Miller, K. D. & Jemal, A. (2016). Cancer statistics, 2016. *CA: a Cancer Journal for Clinicians*, 66, 7-30, doi: 10.3322/caac.21332.
- Van Nostrand, D. (2009). The benefits and risks of I-131 therapy in patients with well-differentiated thyroid cancer. *Thyroid*, 19(12), 1381-91. doi: 10.1089/thy.2009.1611. PMID: 20001720.
- Vañó, E., Miller, D. L., Martin, C. J., Rehani, M. M., Kang, K., Rosenstein, M., ... & Rogers, A. (2017). ICRP publication 135: diagnostic reference levels in medical imaging. *Annals of the ICRP*, 46(1), 1-144.