

Εισαγωγή στην ακτινοθεραπεία

Ι.Ρ. ΚΟΥΒΑΡΗΣ

Ακτινοθεραπευτής Ογκολόγος
Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Αθηνών

Ακτινοθεραπεία (ΑΚΘ) είναι η κλινική ογκολογική ειδικότητα αντιμετώπισης του καρκίνου με τη χρήση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας.

Η εξάσκηση της απαιτεί τη γνώση των διαφόρων μορφών ακτινοβολίας και την επίδρασή τους στην ύλη, τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζεται με τις άλλες αντικαρκινικές θεραπείες, καθώς και τη γνώση συμπεριφοράς των φυσιολογικών και των κακοήθων ιστών στην ακτινοβολία. Τέλος, η εξοικείωση με απεικονιστικές εξετάσεις, ιδίως της υπολογιστικής τομογραφίας (CT) και του μαγνητικού συντονισμού (MRI), είναι απαραίτητη για τον ακριβή σχεδιασμό της ακτινοθεραπείας.

Η αντικαρκινική δράση της ακτινοβολίας διαπιστώθηκε αμέσως μετά την ανακάλυψη του Ραδίου το 1898. Η πρώτη επιτυχής θεραπεία ασθενούς με ακτινοβολία ανακοινώθηκε το 1899, με αποτέλεσμα έκτοτε η ακτινοθεραπεία να αναπτύσσεται συνεχώς. Από το 1913 έως το 1930 υπήρξε πληθώρα δημοσιεύσεων αναφορικά με τη ραδιοθεραπεία στον καρκίνο της μήτρας. Από το 1932 εφαρμόζεται ακτινοθεραπεία εξωτερικής δέσμης με ακτίνες Χ ενέργειας 800 έως 1.000kV, ενώ σήμερα η ισχύς της έχει αυξηθεί με ενέργειες έως και 35MeV. Η ακτινοθεραπεία κατέχει την πρώτη θέση στην αντιμετώπιση του καρκίνου, αναλαμβάνοντας τα περισσότερα περιστατικά από κάθε άλλη ογκολογική ειδικότητα.

Στη φαρέτρα της έχει, εκτός από το γνωστό σε όλους κοβάλτιο, που ήταν για χρόνια το κύριο όπλο της, τους επιταχυντές και τις ραδιενεργές πηγές όπως το ράδιο 226, το κάισιο 137, το χρυσό 198, το ιρίδιο 192, το ιώδιο 125 και άλλα. Στόχος της ακτινοθεραπείας είναι η χορήγηση θεραπευτικής δόσης ακτινοβολίας, απόλυτα υπολογίσιμης και κατευθυνόμενης με μέγιστη

ακρίβεια, σε συγκεκριμένο γεωμετρικό όγκο ιστών. Αρχή της είναι η χορήγηση υψηλής δόσης ακτινοβολίας στην κακοήθεια και ταυτόχρονα η προστασία των υγιών δομών που περιβάλλουν την περιοχή ακτινοβολήσης. Σε όλους τους συμπαγείς κακοήθεις όγκους, οι ιστοί που πρέπει να ακτινοβοληθούν είναι η πρωτοπαθής εστία και οι πιθανές θέσεις επέκτασης της νόσου. Σύνηθες είναι η ακτινοβολία να χορηγείται σε ημερήσιες δόσεις, το σύνολο των οποίων αποτελεί την ολική θεραπευτική δόση του όγκου. Το ύψος της συνολικής δόσης εξαρτάται από την ακτινοευαισθησία του όγκου. Ως δόση ακτινοβολίας ορίζεται η μέση εναποτιθέμενη ενέργεια ανά μονάδα μάζας ιστού.

Υπάρχουν δύο μονάδες μέτρησης της ακτινοβολίας, α) το roentgen (Ro) που μετρά την έκθεση στην ακτινοβολία και εκφράζει το ποσό των ιοντισμών¹ τους οποίους προκαλούν τα φωτόνια ανά μονάδα μάζας αέρα και β) το gray (Gy) το οποίο εκφράζει την απορροφούμενη ενέργεια ανά μονάδα υλικού για όλες τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες και για κάθε υλικό. Παλαιότερα η μονάδα μέτρησης της απορροφούμενης από τους ιστούς ακτινοβολίας ήταν το rad. Η αντιστοιχία είναι 1Gy = 100rad.

Σκοπός και είδη ακτινοθεραπείας

Σκοπός της ακτινοθεραπείας είναι η ριζική θεραπευτική αντιμετώπιση μιας κακοήθειας ή η ενίσχυση του θεραπευτικού αποτελέσματος της χειρουργικής και τέλος η ανακούφιση του ασθενούς από τα συμπτώματα της κακοήθειας. Αναλόγως, λοιπόν, του σκοπού για τον οποίο χορηγείται, η ακτινοθεραπεία διακρίνεται στη θεραπευτική ή ριζική, στην επικουρική, στη συμπληρωματική και στην παρηγορητική ή ανακουφιστική.

α) Θεραπευτική ή ριζική ακτινοθεραπεία. Σε πολλές περιπτώσεις η ακτι-

νοθεραπεία αναλαμβάνει το κύριο θεραπευτικό βάρος στους ανεγχείρητους συμπαγείς όγκους είτε λόγω προχωρημένου σταδίου είτε λόγω ιατρικών αντενδείξεων π.χ. καρδιακή ανεπάρκεια. Οι δόσεις που απαιτούνται είναι υψηλές, με την προϋπόθεση ότι το επιτρέπει η φυσική κατάσταση του ασθενούς. Η θεραπευτική ριζική ακτινοθεραπεία είναι εξίσου αποτελεσματική με τη χειρουργική θεραπεία σε ορισμένες εντοπίσεις καρκίνου και για το ίδιο στάδιο π.χ. στον καρκίνο του τραχήλου της μήτρας.

β) Επικουρική ακτινοθεραπεία. Θεωρείται εκείνη που υποβοηθά το θεραπευτικό αποτέλεσμα της χειρουργικής, μειώνοντας σημαντικά την πιθανότητα υποτροπής. Εφαρμόζεται επί ενδείξεων που προκύπτουν από τα παθολογοανατομικά ευρήματα.

γ) Συμπληρωματική ακτινοθεραπεία. Είναι το ίδιο σημαντική με τη χειρουργική επέμβαση όσον αφορά στο θεραπευτικό αποτέλεσμα. Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις ατελούς εξαιρέσεως του όγκου. Η δόση της ακτινοβολίας που απαιτείται είναι υψηλή, όπως και της ριζικής ακτινοθεραπείας.

Πρέπει να τονίσουμε ότι όταν η ακτινοθεραπεία συνδυάζεται με τη χειρουργική, δε θα πρέπει να είναι και οι δύο ριζικές, διότι εξουθενώνουν τον ασθενή και δυνητικά εμφανίζουν σοβαρές επιπλοκές. Η απόφαση λοιπόν για χειρουργείο ή η επιλογή της έκτασής του πρέπει να γίνεται με πολύ σφροσύνη, όπως βεβαίως και από πλευράς ακτινοθεραπείας η έκταση των πεδίων, η προστασία των υγιών ιστών και η επιλογή της δόσης.

δ) Παρηγορητική-ανακουφιστική ακτινοθεραπεία. Σκοπός της είναι η άρση των ενοχλητικών συμπτωμάτων, όπως της μητρορραγίας, της αιμόπτυσης, του άλγους από οστικές μεταστάσεις, της δυσκαταποσίας λόγω στένω-

σης του οισοφάγου ή της δύσπνοιας λόγω στένωσης ή απόφραξης βρόγχου κ.λπ. Εφαρμόζεται ακόμα και αν το προσδόκιμο επιβίωσης είναι μικρό, διότι εκτός από την ανακούφιση στοχεύει και στην επίτευξη μακράς ασυμπτωματικής περιόδου και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Είδη ακτινοβολίας που χρησιμοποιούνται στην ακτινοθεραπεία

Στην ακτινοθεραπεία χρησιμοποιούνται δύο είδη ακτινοβολίας, η ηλεκτρομαγνητική και η σωματιδιακή. Η συνθετότερα χρησιμοποιούμενη είναι η ηλεκτρομαγνητική.

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Είναι το σύνολο των ακτινοβολιών που μεταφέρουν ενέργεια με μορφή ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Δηλαδή η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι μορφή ενέργειας που μεταδίδεται κυματοειδώς (σχήμα 1).

Σε αυτήν ανήκουν οι ακτίνες γ και Χ, οι οποίες έχουν τις ίδιες φυσικές και βιολογικές ιδιότητες, αλλά έχουν διαφορετική προέλευση. Οι ακτίνες γ προέρχονται από τον πυρήνα ατόμων ραδιενεργών ισοτόπων όπως το κοβάλτιο, το καίσιο, το ιρίδιο, κ.λπ. Οι ακτίνες Χ προέρχονται από την πρόσκρουση ταχέως κινουμένων ηλεκτρονίων σε μεταλλικό στόχο π.χ. βολφράμιο.

Σωματιδιακή ακτινοβολία

Στη σωματιδιακή ακτινοβολία ανήκουν διάφορα σωματίδια όπως τα ηλεκτρόνια, τα σωματίδια α και β, τα πρωτόνια, τα νετρόνια, τα π-μεσόνια.

1. Τα **σωματίδια α** είναι πυρήνες ηλίου. Έχουν μεγάλη μάζα, θετικό φορτίο και η πορεία τους ανακόπτεται από λίγα φύλλα χαρτί ή λίγα κυβικά εκατοστά αέρα.

2. Τα **σωματίδια β** ή ηλεκτρόνια υψηλής ενεργείας είναι αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια. Διεσδύουν στους ιστούς σε βάθος λίγων εκατοστών και έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια από τα σωματίδια α. Η πορεία τους ανακόπτεται από αλουμίνιο πάχους λίγων χιλιοστών. Χρησιμοποιούνται για επιφανειακή ακτινοβολία του δέρματος και των υποδορίων ιστών².

3. Τα **πρωτόνια** έχουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο ίσο σε μέγεθος με το φορτίο του ηλεκτρονίου. Μπορούν να επιταχυνθούν σε μηχανήματα όπως το cyclotron και να αποκτήσουν μεγάλες ενέργειες των 100-300 MeV. Η δόση και οι ραδιοβιολογικές ιδιότητες των σωματιδίων α και των πρωτονίων είναι ισοδύναμες από πρακτικής άποψης. Σε ακτινοβολία πρωτονίων και σωματιδίων α μπορούν να υποβληθούν ασθενείς με όγκους που εντοπίζονται ή έρχονται σε επαφή με ζωτικά ή δοσο-περιοριστικά όργανα³. Στις περιπτώσεις αυτές όταν αντενδείκνυται η εγχείρηση, ενώ η ακτινοθεραπεία με φωτόνια ενέχει τον κίνδυνο σοβαρών επιπλοκών, η ακτινοβολία με φορτισμένα σωματίδια θεωρείται η μόνη κατάλληλη μη χειρουργική μέθοδος.

Το μελάνωμα του χοριοειδούς αντιμετωπίζεται αρχικά με ραδιενεργές πλάκες ρουθηνίου περιορίζοντας σημαντικά τις εξορύξεις. Οι όγκοι της βάσης του κρανίου όπως το χόρδωμα και το χορδοσάρκωμα έδειξαν ότι ανταποκρίνονται καλύτερα στην ακτινοβολία σωματιδίων α. Με δέσμες πρωτονίων και σωματιδίων-α μπορούν επίσης να αντιμετωπισθούν οι ανεγχείρητοι παρασπονδυλικοί όγκοι.

Στις περιπτώσεις αυτές, η συνολική δόση της ριζικής ακτινοθεραπείας φωτονίων περιορίζεται από τη γειννιάσή τους με το νωτιαίο μυελό. Υπάρχουν θεραπευτικά πρωτόκολλα που διερευνούν την αποτελεσματικότητα της ακτινοθεραπείας με διαμορφούμενης έντασης δέσμη των σωματιδίων αυτών. Τα πρωτόκολλα αυτά αφορούν στον καρκίνο του προστάτη, των παραρρινίων κόλπων, του στοματοφάρυγγα, του ρινοφάρυγγα και ορισμένων παιδιατρικών όγκων.

4. Τα **π-μεσόνια**⁴. Ακτινοθεραπεία π-μεσονίων εφαρμόστηκε μέχρι σήμερα αποκλειστικά σε γλοιώματα εγκεφάλου, χωρίς πλεονέκτημα έναντι της ακτινοβολίας των φωτονίων.

5. Τα **νετρόνια** έχουν ίδια μάζα με τα πρωτόνια, δεν έχουν φορτίο, παράγονται από επιτάχυνση ενός φορτισμένου σωματιδίου π.χ. πρωτονίου ή δευτερονίου, και βομβαρδισμό στόχου από κατάλληλο υλικό όπως είναι το βηρύλλιο. Αυτά καλούνται νετρόνια παρα-

γόμενα στα κυκλοτρόνια. Τα νετρόνια εκπέμπονται επίσης ως δευτερεύοντα δηλ. παράπλευρα παράγωγα της διάσπασης του πυρήνα βαρέων ραδιενεργών ατόμων μέσα σε πυρηνικούς αντιδραστήρες. Είναι τα πρώτα από τα βαρέα σωματίδια που χρησιμοποιήθηκαν στην ακτινοθεραπεία, μεταξύ των ετών 1938 και 1943, με πεδίο εφαρμογής τους υποξικούς ιστούς, αλλά με σοβαρές παρενέργειες. Έκτοτε βελτιώθηκαν τα μηχανήματα παραγωγής τους και θεωρούνται κατάλληλα για την ακτινοθεραπεία των ανεγχειρήτων ή υποτροπιάζοντων όγκων των σιελογόνων αδένων, των ανεγχειρήτων σαρκομάτων των μαλακών μορίων, των οστών και των χόνδρων. Οι θεραπείες με νετρόνια βρίσκονται προς το παρόν σε πειραματικά στάδια και οι ασθενείς μπαίνουν σε ερευνητικά πρωτόκολλα θεραπείας.

6. Τα βαρέα ιόντα χρησιμοποιήθηκαν με σχετική επιτυχία στους προχωρημένους καρκίνους των σιελογόνων αδένων, των παραρρινίων κόλπων, των σαρκομάτων των μαλακών μορίων και των οστών, σε τοπικά προχωρημένους καρκίνους του προστάτη και σε καρκίνους του χοληφόρου δένδρου. Δεν υπερέχουν σε αποτελεσματικότητα στα πολύμορφα γλοιοβλαστώματα, στον καρκίνο του παγκρέατος, του οισοφάγου, του πνεύμονα και της κεφαλής-τραχήλου. Η έρευνα για τη θεραπευτική τους αξία συνεχίζεται.

Σήμερα οι νέες τεχνικές ακτινοθεραπείας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και κυρίως η τεχνική της δέσμης διαμορφούμενης έντασης (IMRT) αυξάνουν σημαντικά τις πιθανότητες επιτυχούς αντιμετώπισης όγκων που θεωρούνται κατάλληλοι για σωματιδιακή ακτινοβολία όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Perez CA, Brady LW, Halperin HG, Schmidt-Ullrich RK, editors. Principles and Practice of Radiation Oncology. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
2. Cox JD, Ang KK. Radiation Oncology. Rationale, Technique, Results. 8th ed. Mosby; 2003.
3. Gunderson & Tepper. Clinical Radiation Oncology. Churchill Livingstone; 2000.
4. DeVita VT, Hellmann S, Rosenberg SA. Cancer: Principles and Practice of Oncology. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 1997.
5. Παπαβασιλείου Κ., Κούβαρης Ι., Βώρος Δ., Γεννατάς Κ. Ογκολογία. Εκδόσεις Παρισσιάνου, Αθήνα 1991. ■