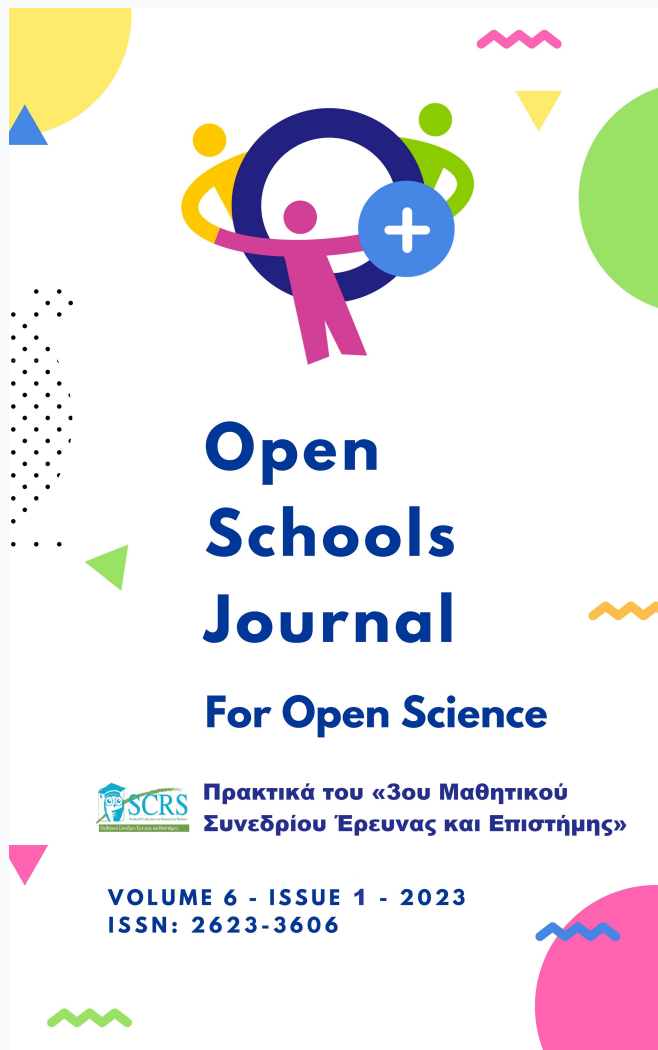


Open Schools Journal for Open Science

Τόμ. 6, Αρ. 1 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -Πρακτικά του «3ου Μαθητικού Συνεδρίου Έρευνας και Επιστήμης»



Βιολογική δράση της ακτινοβολίας

Ναταλία Νέλη, Αλεξία Ντουρμίσση, Έρρικα Ντουρμίσση, Σοφία Λάρα, Ελένα Τούση, Φραντσέσκα Ιαζτί, Κρίστι Πέστι

doi: [10.12681/osj.32432](https://doi.org/10.12681/osj.32432)

Copyright © 2023, Ναταλία Νέλη, Αλεξία Ντουρμίσση, Έρρικα Ντουρμίσση, Σοφία Λάρα, Διευθύντρια του σχολείου, Δασκάλα βιολογίας, Δάσκαλος φυσικής



Άδεια χρήσης [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Βιβλιογραφική αναφορά:

Νέλη Ν., Ντουρμίσση Α., Ντουρμίσση Έ., Λάρα Σ., Τούση Ε., Ιαζτί Φ., & Πέστι Κ. (2023). Βιολογική δράση της ακτινοβολίας. *Open Schools Journal for Open Science*, 6(1). <https://doi.org/10.12681/osj.32432>

Βιολογική δράση της ακτινοβολίας

Ναταλία Νέλη, Αλεξία Ντουρμίσση, Έρρικα Ντουρμίσση, Σοφία Λάρα

Κολλέγιο Πλάτων , Κορύτσα

natalianeli25@gmail.com

sofialara2@icloud.com

erika.durmishi12345@gmail.com

aleksia.durmishi123@gmail.com

Επιβλέπουσα/ων Καθηγήτρια/ης: Ελένα Τούση, Φραντσέσκα Ιαζτί, Κρίστι Πέτσι.

Ειδικότητα: Ελένα Τούση- Η διευθύντρια του σχολείου , Φραντσέσκα Ιαζτί- Δασκάλα βιολογίας, Κρίστι Πέτσι- Δάσκαλος φυσικής

tushihelena@gmail.com

kristipeci15@gmail.com

franceskajazxhi@yahoo.com

Περίληψη:

Σε αυτήν τη μελέτη θα εξοικειωθούμε με τις βιολογικές επιπτώσεις της ακτινοβολίας, που είναι δύο τύποι ιοντίζουσας ακτινοβολίας και μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας. Επίσης, με τις βασικές αρχές της ακτινοπροστασίας σε μέρη όπου υπάρχουν και θα σταματήσουμε με περισσότερες λεπτομέρειες σε νοσοκομειακές εγκαταστάσεις. Θα περιγράψουμε τις βασικές συσκευές για τη μέτρηση της ακτινοβολίας και τις χρήσεις τους στον ιατρικό τομέα. Η προστασία από την ιοντίζουσα ακτινοβολία περιλαμβάνει ζητήματα θεωρητικού και πρακτικού χαρακτήρα, η λύση των οποίων επιτυγχάνεται μέσω της αλληλεπίδρασης διάφορων κλάδων από τις φυσικές επιστήμες και τη μηχανική. Αυτό προέκυψε ως ανάγκη μείωσης των επιβλαβών συνεπειών της έκθεσης σε ακτινοβολία σε ζώντες οργανισμούς και γενικά στα φυσικά οικοσυστήματα. Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή συστημάτων προστασίας για διαφορετικούς τύπους ακτινοβολίας και για διαφορετικές δραστηριότητες που έχουν πηγές ακτινοβολίας είναι καθήκοντα των ειδικών προστασίας ακτινοβολίας, οι οποίοι κατά τη διαδικασία αυτή δίνουν ιδιαίτερη προσοχή όχι μόνο στην αποτελεσματικότητα της προστασίας, αλλά και στο κόστος, το βάρος και τα διαστάσεις. Η μη ιοντίζουσα ακτινοβολία περιλαμβάνει ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων και μικροκύματα. Η μη ιοντίζουσα ακτινοβολία θεωρείται από καιρό επιβλαβής παράγοντας. Ειδικά, η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη, που χρησιμοποιεί το μέρος των μικροκυμάτων του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, καθώς και τις πολυάριθμες εφαρμογές της ακτινοβολίας λέιζερ στην

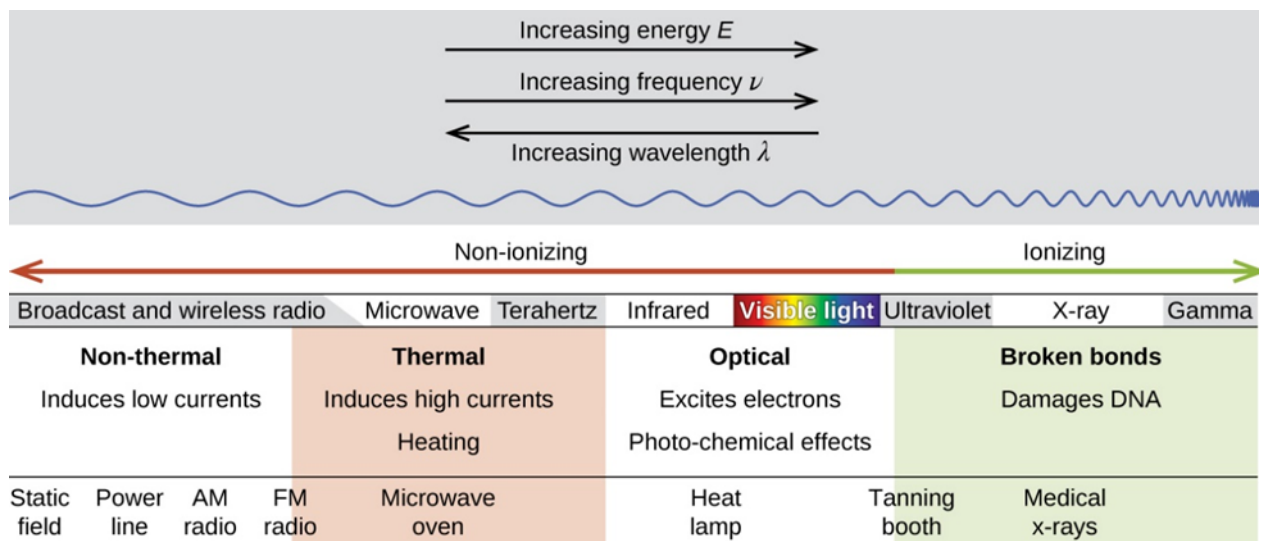
οικονομία, έκανε την μη ιοντίζουσα ακτινοβολία παρούσα στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων.

Λέξεις κλειδιά:

Ακτινοβολία, ιοντίζουσα ακτινοβολία, μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, προστασία.

Η ακτινοβολία και τα είδη της

Η ακτινοβολία είναι η διάδοση της ενέργειας με τη μορφή σωματιδίων ή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μέσω του διαστήματος. Ανάλογα με την επίδρασή της ταξινομείται σε ιοντίζουσα ακτινοβολία και μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, ενώ ανάλογα με την πηγή ταξινομείται σε φυσική και τεχνητή.



Εικόνα 1: Δείχνει το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και την εξάρτηση της ενέργειας φωτονίου από το μήκος κύματος (Villanueva, M.T., 2015.)

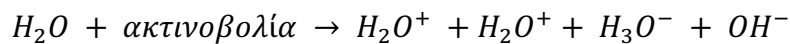
Βιολογική επίδραση της ακτινοβολίας

Ακόμα κι αν η ακτινοβολία προέρχεται από τον ίδιο τον άνθρωπο ή από τη φύση, οι βιολογικές αλλαγές στον οργανισμό είναι αναπόφευκτες.

Η ακτινοβολία προκαλεί ιονισμό ατόμων που μπορούν να επηρεάσουν τα μόρια τα κύτταρα, τον ιστό, τα όργανα, τα οποία μπορούν να βλάψουν ολόκληρο τον οργανισμό. Στο σώμα, τα αποτελέσματα της ακτινοβολίας είναι δύο τύπων, άμεσα και έμμεσα. Άμεσα όταν αγγίζουν το DNA και έμμεσα όταν αντιδρούν με μόρια νερού που αποτελούν τα κύτταρα.

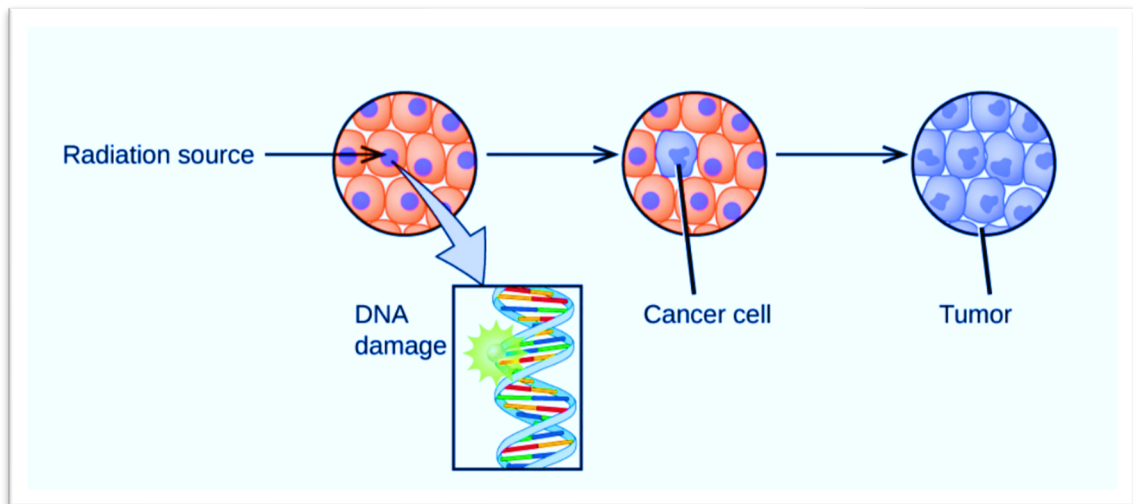
Οι επιπτώσεις της ακτινοβολίας στο σώμα εξαρτώνται από τον τύπο της ακτινοβολίας, την ενέργεια, την πηγή και τη διάρκεια της έκθεσης. Οι συνέπειες κυμαίνονται από ήπιες χημικές αλλαγές έως και θάνατο. Η ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει σωματική βλάβη, που περιλαμβάνει τα κύτταρα σε όλο το σώμα, ή γενετική βλάβη των αυγών και του σπέρματος. Ωστόσο, δεν είναι όλα τα ζωντανά

κύτταρα εξίσου ευαίσθητα στην ακτινοβολία. Τα κύτταρα που παράγονται ενεργά είναι πιο ευαίσθητα. Μια άμεση παρέμβαση στο DNA ενός ενεργού κυττάρου θα προκαλούσε το θάνατο ή τη μετάλλαξη του κυττάρου, ενώ η ίδια παρέμβαση σε ένα παθητικό κύτταρο θα είχε λιγότερη επίδραση στο DNA του. Έτσι, ο ρυθμός αναπαραγωγής καθορίζει την ευαισθησία στην ακτινοβολία. Τα λεμφοκύτταρα και τα κύτταρα που παράγουν αίμα αναγεννιούνται συνεχώς και κατά συνέπεια είναι πιο ευαίσθητα. Τα νεύρα και τα μυϊκά κύτταρα είναι τα πιο αργά στην αναγέννηση και είναι ακόμη λιγότερο ευαίσθητα. Σε επαφή με ακτινοβολία, για πρώτη φορά στο σώμα πέφτει το μόριο που βρίσκεται κυρίως στο σώμα (H_2O) αναπτύσσοντας την ακόλουθη αντίδραση:



Η ομάδα υδροξυλίου έχει ένα ηλεκτρόνιο μη ζευγαρωμένο, που σημαίνει ότι αυτή η ομάδα είναι πολύ αντιδραστική με το DNA, τις πρωτεΐνες και τα ένζυμα που βρίσκονται στο σώμα. Ως αποτέλεσμα, το μοριακό DNA καταστρέφεται και οι φυσιολογικές διαδικασίες στο σώμα διακόπτονται.

Η ακτινοβολία επηρεάζει άμεσα τη δομή του DNA που έχει τη μορφή διπλής έλικας, ως αποτέλεσμα της οποίας οι αισθητήρες DNA θα υποστούν βλάβη οδηγώντας σε απόπτωση, νέκρωση, πρόωρη γήρανση των κυττάρων ή διακοπή της φυσιολογικής πορείας της μίτωσης στα κύτταρα. Συγκεκριμένα, οι μη ιοντίζουσες βλάβες κυτταρικών δομών, όπως η κυτταροπλασματική μεμβράνη, το ενδοπλασματικό δίκτυο, τα ριβοσώματα, τα μιτοχόνδρια και τα λυσοσώματα που ρυθμίζουν τη βιολογική δραστηριότητα των καρκινικών κυττάρων.



Εικόνα 1: Βλάβη του βιολογικού συστήματος λόγω ακτινοβολίας (Lowndes, N.F.)

Ιοντίζουσα ακτινοβολία

Όταν μιλάμε για ακτινοβολία, στις περισσότερες περιπτώσεις σκεφτόμαστε τις αρνητικές επιπτώσεις που προκαλεί στον οργανισμό των ζωντανών όντων, αλλά η εφαρμογή της ακτινοβολίας σε ελεγχόμενη μορφή είναι πολύ χρήσιμη και ως εκ τούτου βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε πολλούς τομείς, όπως η επιστήμη, η ιατρική

βιομηχανία κ.λπ. Επομένως οι γνώσεις μας πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο πολλές για την ακτινοβολία. Η έκθεσή μας στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες χωρίζεται σε δημόσιες εκθέσεις, ιατρικές εκθέσεις και ατυχήματα. Κάθε μία από τις αναφερόμενες ομάδες αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη περίπτωση στην οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να αποφευχθούν οι επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσει η ακτινοβολία στους ζωντανούς οργανισμούς.

Ραδιοενέργεια

Με τον όρο ραδιοενέργεια εννοούμε την αυθόρμητη αποσύνθεση των πυρήνων ασταθών ατόμων σε άλλους πυρήνες. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας εκπέμπεται ακτινοβολία.

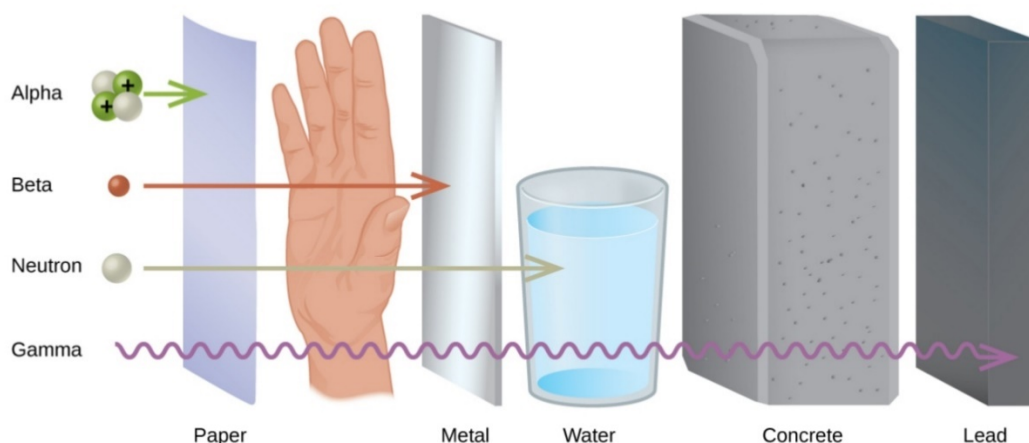
Οι κύριοι τύποι ιοντίζουσας ακτινοβολίας

Οι ακτίνες α- έχουν υψηλή ικανότητα ιονισμού και κινούνται σε σχετικά υψηλές ταχύτητες, αλλά χάνουν γρήγορα την ενέργειά τους, λόγω ηλεκτρικής φόρτισης κατά την αλληλεπίδραση με τα υλικά που περνούν. Έτσι, η ακτινοβολία α δεν έχει μεγάλη ικανότητα διείσδυσης.

Οι ακτίνες β - Αυτή η ακτινοβολία είναι χαρακτηριστική της τεχνητής ραδιοενέργειας. Αυτά τα σωματίδια κινούνται με ταχύτητα περίπου ίση με την ταχύτητα του φωτός. Έχουν μεγάλη ικανότητα διείσδυσης στις ουσίες που περνούν και έχουν χαμηλή ικανότητα ιονισμού.

Οι ακτίνες γ - Είναι η ακτινοβολία που περιέχει φωτόνια υψηλής ενέργειας αλλά με πολύ μικρό μήκος κύματος. Έχουν υψηλή ικανότητα διείσδυσης. Δεν αποκλίνουν από το μαγνητικό πεδίο. Βλάπτουν ζωντανούς ιστούς. Πρέπει να προστατευτούμε από αυτό το είδος ακτινοβολίας. Αλλά μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να καταστρέψουμε τον καρκινικό ιστό.

Ακτινοβολία νετρονίων - είναι ακτινοβολία χωρίς ηλεκτρικό φορτίο, η οποία συνήθως συνοδεύει το διαχωρισμό των βαριών πυρήνων. Τα νετρόνια χωρίς ηλεκτρικό φορτίο, έχουν βαθύτερες δυνατότητες διείσδυσης σε διαφορετικά υλικά.



Εικόνα 2: Δείχνει τις δοσείς της ιοντίζουσας ακτινοβολίας (OpenStax, Chemistry. June 20, 2016)

Υπάρχουν διάφοροι τύποι:

Απορροφημένη δόση (D) - Ο λόγος της ενέργειας που απορροφάται από την ακτινοβολία προς ένα δεδομένο ογκομετρικό στοιχείο της ύλης με τη μάζα της ύλης αυτού του όγκου.

$$D = dE / dm$$

Η μονάδα του είναι Gy (Grey). Η απορροφούμενη δόση ισχύει για κάθε τύπο ακτινοβολίας και για κάθε τύπο ουσίας.

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} / \text{kg}$$

Δόση έκθεσης (X) - Η δόση έκθεσης (X) αντιπροσωπεύει την αναλογία ηλεκτρικού φορτίου dQ, η οποία σχηματίζεται σε έναν στοιχειώδη όγκο αέρα, με τη μάζα αυτού του όγκου dm:

$$X = dQ/dm$$

Η συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της δόσης ακτινοβολίας ονομάζεται δοσίμετρο. Τα δοσίμετρα χωρίζονται σε ενεργά και παθητικά. Τα ενεργά δοσίμετρα ονομάζονται ανιχνευτές που μπορούν να παρουσιάσουν τη δόση σε πραγματικό χρόνο, ενώ οι παθητικές είναι εκείνες οι συσκευές που πρέπει να επεξεργαστούν τις πληροφορίες και στη συνέχεια να τις παρουσιάσουν.

Απορροφημένη δόση (Gy)	Η ντετερμινιστικές επιδράσεις
0-0,5	Δεν υπάρχουν συμπτώματα
0,5-2	Παράτηρονται αιμοποιητικές αλλαγές
2-4	Εμφανίζεται το σύμπτωμα ακτινοβολίας
4-6	Είναι μοιραία για 50 % των περιπτώσεων
>6	Είναι ποιραία για όλες τις περιπτώσεις

Πίνακας 1: Δείχνει τα αποτελέσματα της ακτινοβολίας ανάλογα με τη δόση.

Βασικές αρχές για την ακτινοπροστασία

Οι πηγές ακτινοβολίας σήμερα έχουν ευρεία χρήση σε σημαντικούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η ακτινολογία είναι ένα ισχυρό και αναντικατάστατο διαγνωστικό εργαλείο για τη σύγχρονη ιατρική, ενώ η ακτινοθεραπεία αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της θεραπείας διαφόρων ασθενειών όπως οι όγκοι. Αυτή η ακτινοβολία ενέχει συνήθως κίνδυνο για τους οργανισμούς που έρχονται σε επαφή με αυτήν, αλλά παρόλα αυτά τα οφέλη που λαμβάνει η ανθρωπότητα από αυτήν είναι μεγάλα. Επομένως, η πρακτική του είναι αναπόφευκτη. Η έκθεση σε αυτήν την ακτινοβολία πρέπει να γίνεται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα από μια συγκεκριμένη πηγή, ώστε να μην βλάψει τον οργανισμό.

Συνέπειες

Όταν είμαστε εκτεθειμένοι σε ακτινοβολία πρέπει να έχουμε κατά νου τρεις βασικές αρχές:

- Η αρχή της αιτιολόγησης - Οι πρακτικές με ιοντίζουσα ακτινοβολία δικαιολογούνται μόνο εάν τα οφέλη για το άτομο ή την κοινωνία υπερτερούν των βλαβών που προκαλούνται από την ακτινοβολία.
- Η αρχή του περιορισμού της δόσης - Η οριακή δόση για τη συγκεκριμένη πρακτική δεν πρέπει ποτέ να ξεπεραστεί.
- Η αρχή της βελτιστοποίησης - Οι ιοντίζουσες πηγές ακτινοβολίας θα πρέπει να χρησιμοποιούνται και να υποβάλλονται σε επεξεργασία προκειμένου ο αριθμός των ατόμων και η δόση που λαμβάνουν να είναι η χαμηλότερη δυνατή δόση που επιτυγχάνεται λαμβάνοντας υπόψη τους οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Αυτή η αρχή είναι γνωστή ως ALARA (As Low as Reasonably Achievable) και ισχύει για όλους τους τύπους ανοιγμάτων.

Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία

Η μη ιοντίζουσα ακτινοβολία έχει τη μορφή πεδίου ή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με συχνότητα μικρότερη από 3×10^{15} Hz. Αυτός ο τύπος ακτινοβολίας δεν έχει καμία δύναμη να προκαλέσει το φαινόμενο ιονισμού στα μόρια των ζωντανών όντων. Αν και αυτός ο τύπος ακτινοβολίας δεν έχει τη δύναμη να διαταράξει τη μοριακή δομή της ύλης, ωστόσο προκαλεί άλλα αποτελέσματα όπως το θερμικό αποτέλεσμα (θέρμανση). Οι φυσικές πηγές αυτού του τύπου ακτινοβολίας είναι λίγες και είναι αρκετά αδύναμες. Η μόνη πηγή είναι ο ήλιος, μερικές κοσμικές πηγές, καθώς και κεραυνός.

Αυτός ο τύπος ακτινοβολίας περιλαμβάνει:

- Οπτική ακτινοβολία (υπέρυθρο, ορατό φως)
- Κύματα ραδιοσυχνοτήτων
- Ακτινοβολία μικροκυμάτων
- Ακτινοβολία από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία εξαιρετικά χαμηλών συχνοτήτων

Η γνώση και αξιολόγηση των συνεπειών αυτής της ακτινοβολίας σήμερα είναι πολύ σημαντική, διότι αυτή η ακτινοβολία χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην κινητή τηλεφωνία και ειδικά στα ασύρματα κινητά τηλέφωνα. Η κύρια ζημιά αυτής της ακτινοβολίας ανήκει κυρίως στα μάτια και το δέρμα. Αυτή η ζημιά εξαρτάται από το μήκος κύματος και τον ιστό που εκτίθεται.

Η ακτινοβολία που πέφτει στο δέρμα μετατρέπεται σε θερμότητα και λόγω της κακής αγωγιμότητας του δέρματος προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας και μετουσίωση των πρωτεϊνών που συμμετέχουν στην κατασκευή του. Σε περιπτώσεις όπου η απορροφούμενη ενέργεια είναι υψηλή, το νερό από τις ταυτότητες εξατμίζεται και ο ιστός καίγεται και ανθρακίζεται.

Μη ιοντίζουσες πηγές ακτινοβολίας

- Κεραίες τηλεπικοινωνιών και μεταφοράς δεδομένων.
- Φούρνος μικροκυμάτων.
- Μαγνήτες υψηλής έντασης, όπως συσκευές μαγνητικής τομογραφίας (MRI) και συσκευές πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR).
- Λαμπτήρας υπεριώδους.
- Εναλλασσόμενες πηγές ρεύματος του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, όπως ηλεκτροφόρα καλώδια, μετασχηματιστές, ηλεκτρικοί πίνακες και ηλεκτρικός εξοπλισμός.

Περιοχές πεδίου

1. Οι κοντινές περιοχές χωρίζονται σε:

- Αντιδραστικές περιοχές εγγύτητας
- Περιοχή κοντά στην ακτινοβολία

2. Απομακρυσμένες περιοχές

Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία βρίσκεται στο μέρος του φάσματος χαμηλής συχνότητας, εκεί βρίσκουμε την ακτινοβολία: υπέρυθρες, μικροκύματα, ραδιοκύματα. Με απλά λόγια, η μη ιοντίζουσα ακτινοβολία διαφέρει από την ιοντίζουσα ακτινοβολία με τον τρόπο που δρα σε υλικά όπως ο αέρας, το νερό και ο ζωντανός ιστός. Σε αντίθεση με τις ακτίνες Χ και άλλες μορφές ιονίζουσας ακτινοβολίας, η μη ιονίζουσα ακτινοβολία δεν έχει αρκετή ενέργεια για να απομακρύνει ηλεκτρόνια από άτομα και μόρια. Η μη ιονίζουσα ακτινοβολία μπορεί να θερμάνει ουσίες. Για παράδειγμα, η ακτινοβολία μικροκυμάτων μέσα σε έναν φούρνο θερμαίνει γρήγορα νερό και φαγητό. Είμαστε εκτεθειμένοι σε χαμηλά επίπεδα μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας καθημερινά. Η έκθεση σε έντονες, άμεσες ποσότητες μη ιονίζουσας ακτινοβολίας μπορεί να προκαλέσει βλάβη στους ιστούς λόγω θερμότητας. Για παράδειγμα, η υπερβολική ακτινοβολία UV μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα στο δέρμα, πρόωρη γήρανση του δέρματος, βλάβη στα μάτια και καρκίνο του δέρματος. Οι περισσότεροι καρκίνοι του δέρματος προκαλούνται από έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία.

Τα συμπεράσματα

1. Η ακτινοβολία δεν μπορεί να αποφευχθεί. Η ακτινοβολία μπορεί να βρίσκεται παντού στις ιατρικές διαδικασίες και στα άτομα του σώματός μας. Δεν μπορούμε να την αποφύγουμε.
2. Η βιολογική απόκριση του σώματος αυξάνεται όσο υψηλότερη είναι η έκθεση στην ακτινοβολία.

Βιβλιογραφία

Van Der Schans, G.P., 1978. Gamma-ray induced double-strand breaks in DNA resulting from randomly-inflicted single-strand breaks: temporal local denaturation, a new radiation phenomenon?. *International Journal of Radiation Biology and Related Studies in Physics, Chemistry and Medicine*, 33(2), pp.105-120.

Lowndes, N.F., 2001. DNA-damage signaling and apoptosis. Retrieved from: <https://link.springer.com/article>

OpenStax, Chemistry. OpenStax CNX. Jun 20, 2016 Retrieved from: <http://cnx.org/contents>

Villanueva, M.T., 2015. A new tool to target DNA repair. *Nature Reviews Cancer*, 15(3), pp.136-136.

Kam, W.W.Y. and Banati, R.B., 2013. Effects of ionizing radiation on mitochondria. *Free Radical Biology and Medicine*, 65, pp.607-619.

Persson, H.L., Kurz, T., Eaton, J.W. and Brunk, U.T., 2005. Radiation-induced cell death: importance of lysosomal destabilization. *Biochemical Journal*, 389(3), pp.877-884. Retrieved from: <https://opentextbc.ca/chemistry/chapter/21-6-biological-effects-of-radiation>.