

Καρκίνος, περιβάλλον, ακτινοβολίες και πυρηνική ιατρική

Αρίστιππος Κ. Μηνάς MD, PhD,

Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., Αγγελάκη 17 Τ.Κ. 54621, Θεσσαλονίκη.

Hell J Nucl Med 2010; 13(2): 185- 190

Περίληψη

Παρά την αλματώδη πρόοδο της επιστήμης και της τεχνολογίας, ο καρκίνος ταυτίζεται ακόμη με την προκατάληψη της καταδίκης σε θάνατο των πασχόντων. Όμως για το ποιος και σε τι φταίει, δεν πρέπει να λησμονούμε τη συνεχή παρέμβαση του φυσικού, του τεχνητού και του κοινωνικού περιβάλλοντος. Του χώρου δηλαδή μέσα στον οποίο ο άνθρωπος ζει και προσφέρει ή δέχεται από αυτόν ενέργεια. Το φυσικό περιβάλλον αποτελεί, εκτός των διαφόρων άλλων ακτινοβολιών βλαπτικών ή μη, τον χώρο «δράσεως» του ηλίου, οι ακτίνες του οποίου έχουν επιθυμητά ή ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Έτσι η ηλιακή ακτινοβολία συμβάλλει ιδιαίτερα στη ανάπτυξη του καρκίνου του δέρματος, δηλαδή των ποικίλων μελανωμάτων. Στο κοινωνικό-κοινωνιολογικό περιβάλλον αναπτύσσονται παράμετροι, οι οποίες επιδρούν καθοριστικά στη ζωή ενός ατόμου. Και αυτές είναι το κάπνισμα, το οινόπνευμα, η διατροφή, η φυσική άσκηση, η παχυσαρκία και το εργασιακό περιβάλλον, παράγοντες οι οποίοι ενοχοποιούνται και για την ανάπτυξη του καρκίνου. Στις προσπάθειες αντιμετώπισης του καρκίνου, προστέθηκε τα τελευταία χρόνια η Πυρηνική Ιατρική, της οποίας η προϊστορία «ξεκίνησε» το 1945. Οι διαγνωστικές και θεραπευτικές παρεμβάσεις της Πυρηνικής Ιατρικής αφορούν σε όλες σχεδόν τις ειδικότητες ή υπο-ειδικότητες της Ιατρικής Επιστήμης.

Εισαγωγή

Σήμερα ο καρκίνος, ταυτίζεται ακόμη, παρά την αλματώδη πρόοδο της επιστήμης και της τεχνολογίας, με τη σκιά της προκατάληψης για καταδίκη σε θάνατο. Όμως για το ποιος και σε τι φταίει πρέπει να μην αγνοούνται οι ποικίλες αιτιοπαθογενετικές επιδράσεις του φυσικού, τεχνητού ή και κοινωνικού περιβάλλοντος, ο χώρος δηλαδή μέσα στον οποίο ο άνθρωπος αναπτύσσεται και από τον οποίο εξαρτάται, αφού προσφέρει ή δέχεται ενέργεια ή υλικά στοιχεία και τα προϊόντα τους.

Στις πολλαπλές προσπάθειες αντιμετώπισης του καρκίνου προστέθηκε μετά τον Αύγουστο του 1945 ένας νέος κλάδος της Ιατρικής με το όνομα Ατομική Ιατρική, που με τα χρόνια απέκτησε «παιδιά» ένα από τα οποία ονομάστηκε Πυρηνική Ιατρική. Η νέα επιστήμη έδωσε μεγάλη έμφαση στην ιατρική πράξη και έτσι δημιουργήθηκαν νέα μηχανήματα και νέες μέθοδοι διάγνωσης και θεραπείας του καρκίνου και των μεταστάσεών του.

Το φυσικό περιβάλλον

Η πρωτογενής κοσμική ακτινοβολία, που προέρχεται από τον ήλιο και τους γαλαξίες, αποτελείται κυρίως από πρωτόνια μεγάλης ταχύτητας και από άλλους ατομικούς πυρήνες. Αυτοί οι πυρήνες προσκρούουν στην ατμόσφαιρα της γης σε μόρια αέρα και σχηματίζουν όζον, οξείδια του αζώτου, του άνθρακα¹ και άλλα ραδιονουκλίδια, όπως και κοσμική βροχή από νετρόνια, μεσόνια, πιόνια και πολλά προϊόντα δευτερογενούς ακτινοβολίας. Η υπεριώδης ακτινοβολία του ήλιου, ιδίως αυτή των βραχέων κυμάτων, ακόμη και αν επιδράσει μόνον επί μερικές ώρες, μπορεί να προκαλέσει πολλές δερματοπάθειες. Γιατί ο ήλιος, ο ζωογόνος και χλιστραγουδισμένος, έχει μαζί με τις επιθυμητές και

πάρα πολλές ανεπιθύμητες ενέργειες. Έτσι συμβάλλει ενεργά στη φωτοσύνθεση, την όραση, τη σύνθεση της βιταμίνης D, τη θερμότητα (θερμοκρασία του περιβάλλοντος), στην καταστροφή των παθογόνων βακτηρίων, ενώ χρησιμοποιείται ακόμη και για τη φωτοθεραπεία και τη φωτοχημειοθεραπεία. Ταυτόχρονα, επίσης, συμβάλλει στην πρόκληση του οφθαλμικού καταρράκτη, στη φωτογήρανση του δέρματος και στις φωτοδερματοπάθειες, όπως το ηλιακό έγκαυμα και τη φωτοαλλεργία. Ακόμη, επιπλέον, υποβοηθεί τις ανοσολογικές μεταβολές και τις μεταλλάξεις, οι οποίες οδηγούν στον καρκίνο του δέρματος. Αλλά το δέρμα προασπίζεται με πολλαπλά μέσα, όπως είναι η κερατίνη στιβάδα και η μελανίνη, μία σταθερή ελεύθερη ρίζα, η οποία αδρανοποιεί τις ασταθείς ελεύθερες ρίζες και ανάλογα με την πυκνότητά της απορροφά κυρίως την υπεριώδη-B ultraviolet-B (UVB) ακτινοβολία, όπως και την ορατή και την υπέρυθη ακτινοβολία. Επιπλέον, το δέρμα διαθέτει και άλλα αμυντικά μέσα, που είναι το ιμιδαζολακυρλικό (ουροκανικό) οξύ και τα β-καροτένια, τα οποία αδρανοποιούν τις ελεύθερες ρίζες του οξυγόνου, την ορατή και την υπεριώδη-A (UVA) ακτινοβολία, αλλά όχι την UVB ακτινοβολία. Εξάλλου, η φύση προέβλεψε τη σήμανση κάθε κατοίκου οποιασδήποτε ηπείρου σε οποιοδήποτε μήκος ή πλάτος της γης, με τη χροιά του δέρματός του από το πολύ λευκό (κάτοικοι νέας Ζηλανδίας), μέχρι το έντονα μαύρο (Αφρικανοί). Έτσι διαμορφώθηκαν οι έξι δερματικοί φωτότυποι (Εικ.1), οι οποίοι καθορίζουν, ανάλογα με την ένταση του χρώματος, και το ποσοστό της βλαπτικής στο ανθρώπινο δέρμα UVB ακτινοβολίας, ποσοστό που επιστημαίνεται με τη δόση ελαχίστου ερυθήματος (melanoma erythema dose-MED) και μετρείται σε mJ/cm², όπως και με την αλλαγή της χροιάς του δέρματος. Στον Πίνακα 1 φαίνεται η αλλαγή των χαρακτηριστικών, αλλαγή η οποία καθορίζει τις δερματοπάθειες και τον δερματικό καρκίνο που μπορούν να αναπτυχθούν. Οι φωτότυποι καθορίζουν, εκτός των άλλων, τη φωτοθεραπεία ή τη φωτοχημειοθεραπεία, την επιδεκτικότητα ενός ατόμου για φωτογήρανση αλλά και την ανάγκη ή όχι φωτοπροστασίας.

Πίνακας 1. Δερματικοί φωτότυποι

Τύπος	MED Mj/cm ²	Χαρακτηριστικά
I	15-30	Έγκαυμα-ποτέ μαύρισμα
II	25-40	Έγκαυμα συνήθως-μαύρισμα ενίοτε
III	30-50	Έγκαυμα ενίοτε- μαύρισμα συνήθως
IV	40-60	Έγκαυμα ποτέ-μαύρισμα πάντοτε
V	60-90	Εντονότερο δομικό χρώμα
VI	90-150	Βαθύ δομικό χρώμα

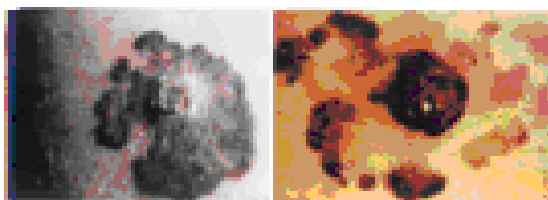
Από τις ποικίλες μορφές των μελανωμάτων, τα οποία ενώ αποτελούν μόνο το 4% όλων των κακοήθων νεοπλασμάτων, ωστόσο οδηγούν στον θάνατο σε ποσοστό περίπου 79%, ενδιαφέρουν δύο μελανώματα. Το επιπολής επεκτεινόμενο μελάνωμα και το οξύδες μελάνωμα.

Το επιπολής επεκτεινόμενο μελάνωμα (superficial spreading melanoma-SSM, Εικ. 2), αποτελεί τη συχνότερη μορφή μελανώματος (περίπου 70%), προσβάλλει εξίσου άνδρες και γυναίκες, συνήθως αρχίζει από έναν απλό δυσπλαστικό σπίλο, εντοπίζεται και στους μαύρους και μπορεί να αναπτυχθεί ακόμα και στα πέλματα σε ποσοστό 2%.



Εικόνα 1. Το χρώμα των μαλλιών υποδηλώνει το φωτότυπο των παιδιών

Το οζώδες μελάνωμα (Εικ. 3) αναπτύσσεται συνήθως την 5^η έως 6^η δεκαετία της ζωής, είναι το πλέον επιθετικό, προσβάλλει όλες τις φυλές, στους Ιάπωνες αναπτύσσεται 8 φορές περισσότερο από το SSM (αναλογίες περίπου: οζώδες 27%, SSM 3%) και παρατηρείται κληρονομικο-οικογενής επιβάρυνση.



Εικόνα 2. Επιπολής επεκτεινόμενο μελάνωμα (SSM)

Κοινωνικό, κοινωνιολογικό περιβάλλον. Παράγοντες ζωής

Το κάπνισμα

Στον καπνό περιέχονται περίπου 4.000 ουσίες, από τις οποίες οι 40 θεωρούνται καρκινογόνες. Γενικά, το κάπνισμα αποτελεί τη βασικότερη αιτία καρκίνου του πνεύμονα. Η ιδιαιτερότητα του καπνίσματος είναι ότι δε βλάπτει μόνον τους ενεργούς καπνιστές αλλά και αυτούς που βρίσκονται στον χώρο τους (παθητικοί καπνιστές). Η διακοπή ή η ελάττωση του καπνίσματος περιορίζει η ελαττώνει μερικά ή και ολοκληρωτικά τον κίνδυνο. Υπολογίζεται ότι 90% περίπου των περιπτώσεων καρκίνου του πνεύμονα οφείλονται στο κάπνισμα. Μάρτυρας είναι και η συχνότητα της νόσου στις γυναίκες. Πριν πενήντα χρόνια η σχέση προς τους άνδρες ήταν 1 προς 6. Σήμερα είναι 3 προς 4, λόγω της μεγάλης αύξησης της συνήθειας στις γυναίκες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το κάπνισμα οδηγεί στην εκδήλωση και άλλων κακοήθων νεοπλασμάτων σε άλλα όργανα ή ιστούς, όπως το λάρυγγα, το φάρυγγα, τον οισοφάγο, την ουροδόχο κύστη, το πάγκρεας, τους νεφρούς, αλλά προκαλεί ακόμη και οξεία λευχαιμία. Χρειάστηκαν 100 και πλέον χρόνια για να προταθούν τα πρώτα, δειλά έστω,

αντικαπνιστικά βήματα και στη χώρα μας, με οξεία όμως αντίδραση κυρίως των νέων μας [2, 3]. Η εικόνα 4 της τομογραφίας του εγκεφάλου με ποζιτρόνια positron emission tomography (PET), καταδεικνύει τη βλαβερή επίδραση του καπνού. Όπως και με τη χρήση του οιοπνεύματος, διαταράσσεται η αιμάτωση του εγκεφάλου και δημιουργούνται «νεκρές» ζώνες. Η διακοπή του καπνίσματος συντελεί στην επανάκαμψη προοδευτικά, των ζωνών αυτών.



Εικόνα 3. Οζώδες μελάνωμα



Εικόνα 4. Τομογραφία εγκεφάλου με κάμερα PET. Φαίνονται οι αλλοιώσεις στον εγκέφαλο του καπνιστού-δεξιά

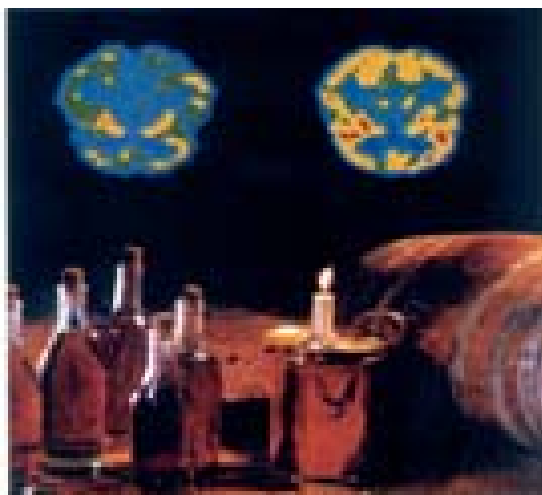
Το οινόπνευμα

Η κατανάλωση οιοπνεύματος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην πρόκληση καρκίνου στη στοματική κοιλότητα, το φάρυγγα, το λάρυγγα και τον οισοφάγο. Ακόμη, η υπέρμετρη κατανάλωση οιοπνεύματος συσχετίζεται με τον καρκίνο του ήπατος και του παχέος εντέρου. Επίσης, το οινόπνευμα αποτελεί τον τρίτο πιο σημαντικό παράγοντα κινδύνου, σε όλες τις ηλικίες, υπολειπόμενο μόνον από την υπέρταση και το κάπνισμα. Όσοι άνδρες πίνουν δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 20 γραμμάρια οιοπνεύματος ημερησίως, ενώ στις γυναίκες το όριο είναι το μισό εκείνου των ανδρών. Όπως με το κάπνισμα, έτσι και με το οινόπνευμα, οι εγκεφαλικές βλάβες μοιάζουν μεταξύ τους στον μηχανισμό πρόκλησής των (Εικ. 5). Με το οινόπνευμα τα εγκεφαλικά κύτταρα «πνίγονται» στη ντοπαμίνη, εξού και η συναισθηματική ευφορία.

Η διατροφή, η φυσική άσκηση και η παχυσαρκία

Η διατροφή αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα, τη δεύτερη κύρια αιτία καρκινογένεσης (30%-40% των περιπτώσεων) [4]. Το πρόβλημα είναι όμως πολύ σύνθετο. Οι διατροφικές συνήθειες ανά περιοχή αλλά και σε ατομικό επίπεδο, οι τρόποι παρασκευής και συντήρησης, η περιεκτικότητα σε χημικές ενώσεις και πολλές άλλες παράμετροι, καθιστούν το πρόβλημα

δυσεπίλυτο. Οι επιδημιολόγοι συνέβαλαν στην αναγνώριση της σχέσης ορισμένων μορφών καρκίνου με συγκεκριμένους διατροφικούς παράγοντες, όπως η αλκοόλη με καρκίνο στόματος, φάρυγγα, οισοφάγου, ο καρκίνος του στομάχου με συντηρημένες σε αλάτι τροφές, του παχέος εντέρου με το κόκκινο κρέας και κυρίως τα «κρεατοσκευάσματα», του μαστού και του προστάτη με ψημένο κρέας και λιπαρά. Η χορτοφαγία προκαλεί σε μικρότερο ποσοστό καρκίνο του γαστρεντερικού, αλλά παραδόξως αύξηση του καρκίνου του παχέος εντέρου [5]. Το πρόβλημα δυσχεραίνεται από τον πλούτο των χημικών ενώσεων που περιέχονται στα τρόφιμα, όπως, κυρίως, τα γεωργικά φάρμακα [6, 7].



Εικόνα 5. Τομογραφία με ποζιτρόνια (PET) εγκεφάλου οινόπυτου

Η φυσική άσκηση και από αυτήν η τήρηση ενός υγιούς προτύπου σωματικού βάρους, αναλόγου προς το σωματότυπο οποιουδήποτε, μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων παθήσεων, όπως οι καρδιαγγειακές, ο διαβήτης, αλλά και ο καρκίνος. Η καθημερινή φυσική άσκηση και η διατήρηση του δείκτη σωματικού βάρους (Δ.Σ.Β.-BMI) μεταξύ 20-30, θεωρείται απαραίτητη. Επομένως η υγιεινή διατροφή, η άσκηση και ο έλεγχος του βάρους (κάτω του 30 ιδιαίτερα στους υπέρβαρους ή παχύσαρκους), μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου, αλλά και άλλων χρόνιων παθήσεων. Η διατήρηση ισορροπίας μεταξύ πρόσληψης θερμίδων και κατανάλωσης ενέργειας αποτελεί το βασικό παράγοντα στη διασφάλιση ενός υγιούς BMI [2].

Το εργασιακό περιβάλλον

Η σημασία έκθεσης σε καρκινογόνους παράγοντες στον εργασιακό χώρο έχει υποτιμηθεί, παρά το γεγονός ότι με το επαγγελματικό περιβάλλον σχετίζεται ποσοστό περίπου 5%-8% των καρκίνων. Περισσότερες από 200 ουσίες χαρακτηρίζονται ως πιθανές καρκινογόνες για τον άνθρωπο. Το πρόβλημα αποτελεί κεντρικό θέμα δημόσιας υγείας και έχει συνδεθεί κυρίως με κακοήθη νεοπλασμάτα των πνευμόνων, της ουροδόχου κύστεως, του λάρυγγα, του ρινοφάρυγγα, του ήπατος, της ρινικής κοιλότητας, καθώς και με λευχαιμία.

Οι ενοχοποιούμενοι παράγοντες είναι εκτός φυσικά του παθητικού καπνίσματος, το κρυσταλλικό πυρίτιο (σκόνη του χαλαζία), τα αέρια πετρελαίου κίνησης, το βενζόλιο (συστατικό το πετρελαίου), ο αμιάντος, η φορμαλδεΐδη, οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, το χρώμιο, το κάδμιο και το νικέλιο. Το βενζόλιο χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ελαστικών,

χρωμάτων και παιδικών παιχνιδιών. Κλινικές παρατηρήσεις διαπίστωσαν ότι προκαλεί οξεία λευχαιμία αλλά και λέμφωμα [8, 9].

Η ακτινοβολία, η διαγνωστική ακτινολογία. Άλλοι καθοριστικοί παράγοντες

Η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία (UVR) αποτελεί μέρος του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας. Η έκθεση στον ήλιο συνιστά βασικό έως κύριο περιβαλλοντικό παράγοντα για εμφάνιση ποικίλων δερματικών αντιδράσεων και κυρίως μελανώματος, όπως έχει ήδη αναφερθεί.

Ένας σοβαρός καρκινογόνος παράγοντας του περιβάλλοντος είναι και η ιοντίζουσα και μη ιοντίζουσα ακτινοβολία. Η δράση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας είναι γνωστή από τις αρχές του περασμένου αιώνα. Οι τραγικές συνέπειες της Χιροσίμα, του Ναγκασάκι και πρόσφατα του Τσερνομπίλ, προκαλούν σήμερα το ενδιαφέρον για τον κίνδυνο των εργοστασίων πυρηνικής ενέργειας [3]. Ιοντίζουσα ακτινοβολία είναι όμως και η έκθεση στο ραδόνιο, ένα άοσμο, άχρωμο, ραδιενεργό αέριο που βγαίνει από τα έγκατα της γης και θεωρείται η δεύτερη μετά το κάπνισμα αιτία του καρκίνου του πνεύμονα. Το αέριο εισπνέεται στο σπίτι, στους δημόσιους χώρους (σχολεία κ.λπ.), σε περιοχές κυρίως που το υπέδαφος ευνοεί τη δημιουργία του. Επομένως σε όλες τις κατοικίες, στα νηπιαγωγεία, τα σχολεία, όπως και σε άλλες ενδεχομένως περιοχές, στις οποίες οι ρωγμές στο υπέδαφος αλλά και τα υλικά των κτισμάτων μπορεί να βοηθούν την έξοδο του αερίου, θα πρέπει να προηγείται της δόμησης λεπτομερειακή μελέτη ως πραγματεία, η οποία θα αντιμετωπίζει όλα τα ενδεχόμενα από τη χρήση των κατασκευών αυτών.

Μετά τη δεκαετία του 1960, προστέθηκε και η διαγνωστική ακτινοβολία με ένα πολύτιμο εργαλείο της, την αξονική τομογραφία. Η αλόγιστη, έως καταχρηστική, χρήση της συντελεί στην απορρόφηση από τους ιστούς δόσεων συχνά μεγαλύτερων των επιτρεπόμενων ορίων και έτσι αυξάνονται οι πιθανότητες καρκινογένεσης [10].

Στη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία χαμηλής συχνότητας (γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης ρεύματος, υποσταθμοί υψηλής τάσης, ηλεκτρικές συσκευές), ή υψηλής συχνότητας (ραδιοηλεκτρονικοί σταθμοί, κινητή τηλεφώνια, ραντάρ) οφείλεται ο διπλασιασμός του κινδύνου οξείας λευχαιμίας στα παιδιά [11]. Η «σύγχυση» που υπάρχει αποδίδεται, κατά τον Freedman [3], σε ενέργειες διαφόρων Εταιριών αλλά και στους δημοσιογράφους και σε επιστήμονες, που δεν ακολουθούν όλοι τις ίδιες απόψεις.

Για την επίδραση της μελατονίνης πιθανολογείται επιστημονικά η διαταραχή της παραγωγής της, η οποία φυσιολογικά εκκρίνεται κατά τη νύχτα από τις επιφύσεις των οστών και από άλλες θέσεις ρυθμίζει τους βιολογικούς κύκλους του ύπνου, προκαλεί ορμονικές διαταραχές σχετικά με τη γενετήσια ωριμότητα κατά την ήβη και αποτελεί ισχυρό αντιοξειδωτικό, που φυσιολογικά περιορίζει τον κίνδυνο από την καρκινογόνο δράση των ελεύθερων ριζών.

Τα μικροκύματα και οι ραδιοηλεκτρονικοί σταθμοί αποτελούν σταθερή και αναγκαία πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και δεν θα αφορούσαν τη δημόσια υγεία, εάν ακολουθούσαν, στα όρια έστω, οι προδιαγραφές λειτουργίας τους. Παράδειγμα για την πόλη μας οι κεραιές στον Χορτιάτη. Μετρήσεις από καθηγητή του Πολυτεχνείου του Α.Π.Θ. έδειξαν ότι σε ορισμένα σημεία της περιοχής η ακτινοβολία είναι σε

επίπεδα πολύ υψηλότερα από τα επιτρεπόμενα. Και ενώ από χρόνια πολλά αποφασίστηκε από την Πολιτεία η ρύθμιση του προβλήματος, με ειδικά σωστά μέτρα, οι κεραίες είναι ακόμη εκεί ! [3].

Τα κινητά τηλέφωνα προκαλούν σε πολλούς νουνεχείς την απορία για το ότι απουσιάζει παγκοσμίως κάθε σχετικός έλεγχος της δημόσιας υγείας. Και μάλιστα όταν σκεφτούμε ότι σήμερα χρησιμοποιούνται πάνω από 2 δισεκατομμύρια κινητά στον κόσμο και ότι ο κίνδυνος εκδήλωσης νεοπλασματος του εγκεφάλου αναφέρεται μετά 10 χρόνια χρήσης, κίνδυνος που πενταπλασιάζεται στη μικρή ηλικία [12]. Αντίθετα οι Πατρικάκος Π. και συν. (2008) του εργαστηρίου υγιεινής του Πανεπιστημίου Αθηνών, στηριζόμενοι στην υπάρχουσα διάσταση απόψεων, αποδέχονται την ύπαρξη ενδείξεων αλλά συνιστούν την «συνέχιση» της έρευνας [13]. Ήδη πολλές χώρες, όπως η Γαλλία, ο Καναδάς (Τορόντο), η Ρωσία, το Ισραήλ και άλλες, λαμβάνουν μέτρα περιστολής. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για το περιβάλλον εισηγήθηκε το Σεπτέμβριο του 2008, αυστηρότερα μέτρα για τα όρια ακτινοβολίας από τα κινητά.

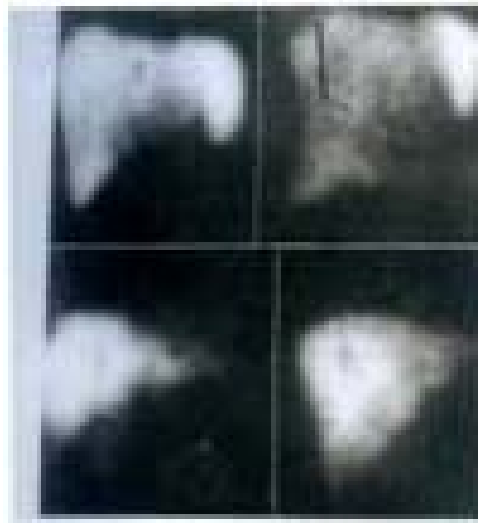
Την επιστήμη δεν την απασχολεί τόσο το θερμικό αποτέλεσμα της ακτινοβολίας των τηλεφώνων, αλλά το ενδιαφέρον εστιάζεται στο μη θερμικό αποτέλεσμα. Γιατί σύμφωνα με την παρατήρηση των Belyaev και Grigoriev (2007) σε αυτήν την ακτινοβολία οφείλεται κυρίως η προσβολή των αρχέγονων κυττάρων, οι γενετικές αλλαγές των οποίων είναι γνωστό ότι έχουν σχέση με την εκδήλωση κακοήθων νεοπλασμάτων [14].

Η πυρηνική ιατρική

Οι βασικοί «όροι» της πυρηνικής ιατρικής είναι ελληνικές λέξεις, όπως «ισότοπο», «ραδιοφάρμακο» και πολλές άλλες. Το πιο εντυπωσιακό στις «εφαρμογές» αυτής της επιστήμης είναι ότι παρεμβαίνει διαγνωστικά ή και θεραπευτικά σε όλες σχεδόν τις ειδικότητες ή υποειδικότητες της Ιατρικής [1]. Οι ασχολούμενοι με την πυρηνική ιατρική, πρέπει να έχουν ιδιαίτερες γνώσεις των βασικών εννοιών της πυρηνικής φυσικής (δοσιμετρία, ακτινοπροστασία, πιθανά σφάλματα μετρήσεων κ.ά.).

Στην αιματολογία η μέτρηση του όγκου του πλάσματος ή της μέσης ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων και η θεραπεία της αληθούς πολυκυτταραιμίας, η οποία οφείλεται σε αυτόματη κλωνική εξαλλαγή ενός πολυδύναμου αρχέγονου κυττάρου, που καθώς ωριμάζει παράγει πολλά ερυθρά, αποτελούν μερικές από τις πρώτες ουσιαστικές παρεμβάσεις που σήμερα χρησιμοποιούνται απανιότερα. Η χορήγηση στην πολυκυτταραιμία ραδιενεργού φωσφόρου ^{32}P σε σχέση με τη χημειοθεραπεία, επιτυγχάνει ύφεση μεγαλύτερης διάρκειας, οι ανεπιθύμητες όμως ενέργειες είναι σημαντικότερες. Ο ^{32}P χορηγείται με τη χημική μορφή του ορθοφωσφορικού νατρίου και παρέχει δραστική ισοδύναμη δόση στον μυελό των οστών 2,2 mSv. MBq⁻¹. Μετά την ενδοφλέβια χορήγησή του κατακρατείται από το αδενοσινονουκλεϊνικό οξύ των κυττάρων του μυελού των οστών ή από την ανταλλάξιμη δεξαμενή του φωσφόρου του σκελετού.

Στη γαστρεντερολογία, για το σπινθηρογράφημα του ήπατος σε ηπάτωμα-πρωτοπαθές καρκίνωμα του ήπατος και άλλα, τα ραδιοφάρμακα που χρησιμοποιούνται προσλαμβάνονται και παραμένουν στα δικτυοενδοθηλιακά κύτταρα ή και στους διάμεσους χώρους του Disse.

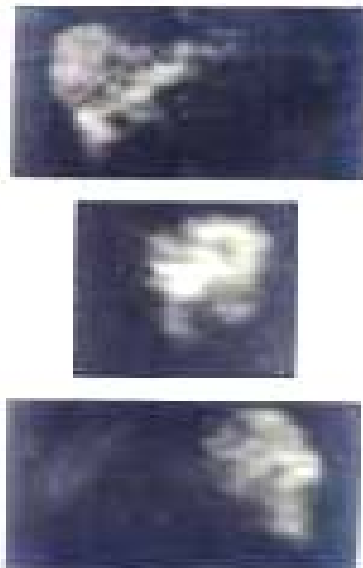


Εικόνα 6. Άνω δύο εικόνες: ηπάτωμα. Κάτω δύο εικόνες: Μεταστατικό καρκίνωμα (αριστερά σε ύππια και δεξιά όρθια θέση). Ο κάθετος δείκτης αφορά τη μεσοκλειδική γραμμή μέχρι το δεξιό πλευρικό τόξο. Φαίνεται καθαρά η πτώση του ήπατος σε όρθια θέση.

Τα κύτταρα του Kupffer αποτελούν το 85% περίπου όλου του δικτυοενδοθηλιακού συστήματος (Δ.Ε.Σ.) του οργανισμού, αλλά συμμετέχουν μόνο κατά 15% του κυτταρικού πληθυσμού του ήπατος [1].

Από τα διάφορα ραδιοφάρμακα που χρησιμοποιούνται αναφέρονται: α) Το νατριούχο φυτικό τεχνητίο-99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) που είναι υδατικό διάλυμα και σταθεροποιείται με την επίδραση του κασσιτέρου. Όταν ενεθεί, σχηματίζει με το ασβέστιο του πλάσματος σύμπλοκες ενώσεις, οι οποίες συμπεριφέρονται σαν κολλοειδές και έτσι κατακρατούνται στο Δ.Ε.Σ. του ήπατος. β) Το θειούχο κολλοειδές $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ($^{99\text{m}}\text{Tc-S-C}$). Τα ραδιοφάρμακα αυτά συνδέονται με τις οψόνιες του πλάσματος, φαγοκυτταρώνονται από τα τοπικά μακροφάγα κύτταρα και παραμένουν στο ήπαρ ή στους άλλους ιστούς επί αρκετό χρόνο.

Οι σπουδαιότερες διαγνωστικές δυνατότητες ενός σπινθηρογραφήματος είναι το ηπάτωμα με ποσοστό ευαισθησίας 75%-90% και το μεταστατικό καρκίνωμα του ήπατος με ευαισθησία διάγνωσής του από 74% έως 83% (Εικ. 6 και 7).



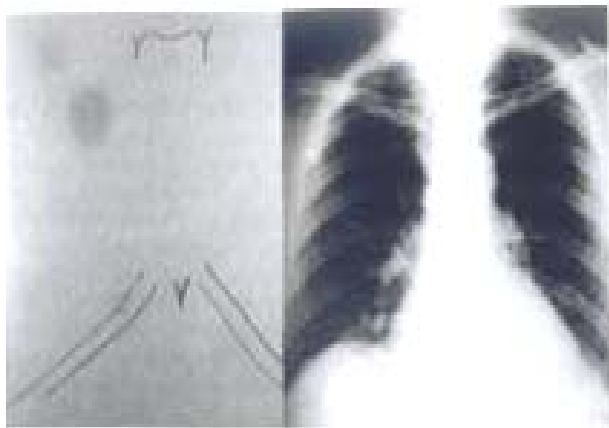
Εικόνα 7. Τυπικό μεταστατικό καρκίνωμα στο ήπαρ.

Οι εφαρμογές της Πυρηνικής Ιατρικής ενδιαφέρουν δέκα και πλέον περιπτώσεις, οι οποίες αφορούν το Γαστρεντερικό Σύστημα. Η χρησιμοποίηση της τομογραφίας με PET θα αυξήσει ουσιαστικά τις περιπτώσεις διάγνωσης και παρέμβασης στη Γαστρεντερολογία.

Σήμερα στην Πυρηνική Ιατρική, είναι συχνότερες οι διαγνωστικές εξετάσεις που αφορούν στην αναζήτηση καρκινωμάτων παθήσεων στα οστά, οι καρδιολογικές και οι εξετάσεις των δεικτών του καρκίνου.

Οι οστεοβλάστες και τα οστικά κύτταρα συμμετέχουν ενεργά στις διεργασίες καθίλωσης των παραπάνω ουσιών. Επομένως το σπινθηρογράφημα των οστών είναι περισσότερο λειτουργική παρά απλή απεικονιστική εξέταση [1]. Οι κυριότερες κλινικές ενδείξεις του σπινθηρογραφήματος των οστών είναι το οστικό άλγος αγνώστου αιτιολογίας, η υποψία κακοήθειας, το καρκίνωμα του μαστού κ.ά. Εξαιρετικής σημασίας είναι η ορθή διάγνωση των μεταστάσεων των θυλακιωδών καρκινωμάτων του θυρεοειδούς.

Η διάγνωση των μεταστατικών βλαβών με την απλή ακτινογραφία είναι αρνητική (Εικ. 8 και 9).



Εικόνα 8. Μεταστατικές εστίες στο δεξιό πνεύμονα από θυλακιώδες καρκίνωμα του θυρεοειδούς (αριστερά). Η ακτινογραφία θώρακος ήταν αρνητική (δεξιά).

Ακόμη πιο εντυπωσιακή είναι η διαπίστωση μεταστάσεων στο σκελετό από μυελοειδές καρκίνωμα του θυρεοειδούς, με $^{99m}\text{Tc-MDP}$ (ραδιενεργό τεχνητό με μεθυλενο-διφωσφονικό οξύ, Εικ. 10).

Η Εικ. 11 αφορά στο σύνδρομο Tietze, που είναι μία φλεγμονώδης οστεοαρθροπάθεια των πρώτων τεσσάρων έως πέντε οστεοχόνδρινων πλευρικών διαρθρώσεων δεξιά και αριστερά του στέρνου. Είναι σπάνια πάθηση του κολλαγόνου με ήπια διαδρομή [1].

Μια νέα τεχνική υπάρχει σήμερα για τη σπινθηρογράφηση με αντισώματα έναντι των υποδοχέων της σωματοστατίνης. Τα αντισώματα αυτά είναι επισημασμένα με το ινδίο-111 (^{111}In) ή το ύτριο-90, και το εμπορικό όνομα του ραδιοφαρμάκου είναι π.χ. οκτρεοτίδη- ^{111}In . Έτσι δόθηκε η δυνατότητα της ανίχνευσης με απλή σπινθηρογράφηση, των μεταστάσεων του καρκινοειδούς συνδρόμου (Εικ. 12), πολλών νευροενδοκρινών όγκων, όπως και μη νευροενδοκρινών, με ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά επιτυχίας [1].

Οι διαγνωστικές ή και θεραπευτικές εφαρμογές της Πυρηνικής Ιατρικής αφορούν και πολλά άλλα συστήματα και ειδικότητες. Η ευρέως πλέον διαδεδομένη «λειτουργική απεικόνιση», κυρίως μετά την εφαρμογή της PET, καθιστά τις διαγνωστικές και θεραπευτικές



Εικόνα 9. Μεταστάσεις στο σκελετό από θυλακώδες καρκίνωμα του θυρεοειδή αδένος όπως φαίνονται στο σπινθηρογράφημα με $^{99m}\text{Tc-MDP}$.

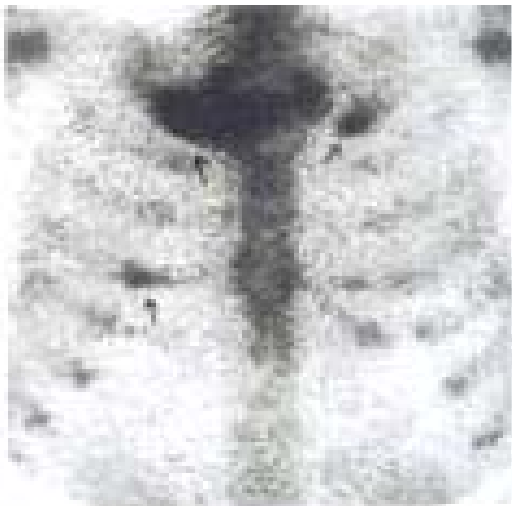
εφαρμογές της πυρηνικής ιατρικής οικονομικά αποδοτικές.

Στη θεραπεία του υπερθυρεοειδισμού και του διαφοροποιημένου καρκινώματος του αδένος με το ^{131}I , παρατηρείται μεγάλο ποσοστό ίασης.



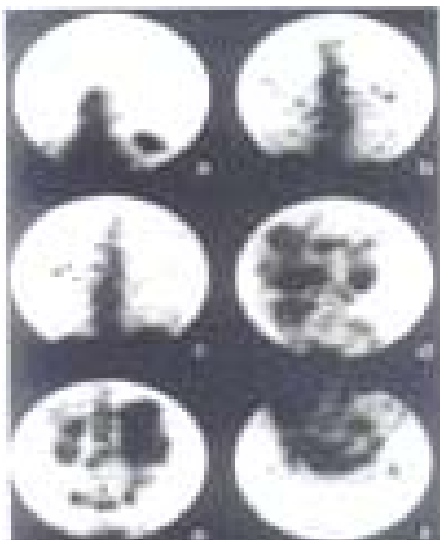
Εικόνα 10. Μεταστάσεις στο σκελετό από μυελοειδές καρκίνωμα του θυρεοειδή αδένος. Σπινθηρογράφημα οστών με $^{99m}\text{Tc-MDP}$. Προηγήθηκε ολική θυρεοειδεκτομή και μερικός χειρουργικός καθαρισμός του μεσοθωρακίου

Στη Θεσσαλονίκη πραγματοποιούνται θεραπείες νοσημάτων του θυρεοειδούς, μη Hodgkin λεμφωμάτων, θεραπείες με οκρεοτίδη, όγκων που έχουν υποδοχείς σωματοστατίνης, αλλά και θεραπείες φαιοχρωμοκυττωμάτων, νευροβλαστωμάτων και πλήθους άλλων παθήσεων. Ο μέσος χρόνος νοσηλείας των ασθενών κυμαίνεται από μία μέχρι πέντε ημέρες. Επίσης εφαρμόζεται η ειδική ραδιοανοσοθεραπεία (radio immuno therapy-RIT), με πλεονέκτημα τη χαμηλότερη μέγιστη δόση και τη συνεχή εφαρμογή του ειδικού ραδιοφαρμάκου στον καρκινικό στόχο, με πολύ καλά αποτελέσματα.



Εικόνα 11. Σύνδρομο Tietze.

Η Πυρηνική Ιατρική είναι μια σχετικά καινούργια ιατρική ειδικότητα που εφαρμόζει τις ακτινοβολίες όχι για την πρόκληση αλλά για τη διάγνωση και τη θεραπεία του καρκίνου. Περιμένουμε στο μέλλον να έχει και άλλα χρήσιμα αποτελέσματα.



Εικόνα 12. Ολόσωμη επέκταση καρκινοειδούς όπως φάνηκε με το οκτρεοτίδιο-¹¹¹In.

Βιβλιογραφία

1. Γραμματικός Φ. Κ. *Πυρηνική Ιατρική. Εφαρμογές σε 15 ιατρικές ειδικότητες*. Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη 4^η εκδ. 1996.
2. Τρακατέλλης Α. *Πολιτικές δράσεις και Προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αντιμετώπιση του καρκίνου*. 2009
3. Σινάκος Ζ. *Περιβαλλοντικοί παράγοντες και καρκίνος. Κλιματική Αλλαγή κ.λπ. Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου*, Θεσσαλονίκη, 2009.
4. Potter J D. Colorectal cancer: Molecules and populations. *Nat Cancer Inst* 1999; 91: 916.
5. Key T J, Appleby P N Spencer E A et al. Mortality in British vegetarians: Results from the European prospective.

Investigation into cancer and nutrition (EPIC-Oxford). *Amer J Clin Nutr* 2009; 89: 1613-9.

6. Hardell L, Eriksson M. A case-control study of non-Hodgkin lymphoma and exposure to pesticides. *Cancer* 1999; 85: 1353-60.

7. Rabkin CS, Devesa SS, Zahm SH, Gail MH. Increasing incidence of non-Hodgkin's lymphoma. *Sem Hematol* 1993; 30: 286-95.

8. Kijeleit J, Riise T, Bratveit M, Moen BE. Increased risk of acute myelogenous leukemia and multiple myeloma in a historical cohort of upstream petroleum workers exposed to crude oil. *Cancer Causes Control* 2008; 19: 13-23.

9. Nilsson RI, Nordlinder R, Horte LG, Jarvholm B. Leukaemia, lymphoma and multiple myeloma in seamen on tankers. *Occup Envir Med* 1998; 55: 517-21.

10. Hall EJ, Brenner DJ. Cancer risks from diagnostic radiology. *Brit J Rad* 2008; 81: 362-78.

11. Burch JB, Reif JS, Noonan CW et al. Melatonin metabolite excretion among cellular telephone users. *Inter. J Rad Biol* 2002; 78: 1029-36.

12. Khurana G. Mobile phone and brain tumors. *The e-paper*, 2008.

13. Πατρικάκος Π, Σκαλκίδης Η, Τερζίδης Α, Πετριδου Ε. Επικαιροποιημένα δεδομένα για τις επιδράσεις των κινητών και ασύρματων τηλεφώνων στην ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα ζωής. *Αρχ Ελλ Ιατρ* 2008; 25: 463-80.

14. Belyaev IY, Grigoriev YG. Problems in assessment of risks from exposures to microwaves of mobile communication. *Rad Biol Radioec* 2007; 47: 727-32.

Invited Lecture

Cancer, environment, radiation and nuclear medicine

Aristippos K. Minas, Professor emeritus, Aristotle University of Thessaloniki

Today, although science and technology have greatly developed, cancer is still under the shadow of prejudice and considered as a death sentence. As for who is to blame for this situation, we should not forget the actual influence of natural, technical and social environment in which we all live and offer or receive various forms of energy. Various kinds of radiation including radiation from the sun are found in our natural environment and radiation from the sun contributes especially to the development of melanoma. In our social environment we tend to develop harmful habits such as smoking and alcohol drinking, to have insufficient physical exercise and increased body weight. All these habits are considered potentially carcinogenic. A new branch of medicine, which also tries to diagnose and treat cancer has been created lately. This is the speciality of Nuclear Medicine which has developed since 1945. This new specialty, aided by modern equipment has many useful diagnostic and therapeutic applications against cancer as mentioned in this lecture.