

Περίληψη

Από την δεκαετία του 1950 μέχρι σήμερα έχουν γίνει εκατοντάδες πυρηνικά ατυχήματα, κάποια πολύ μεγάλα, άλλα πολύ μικρά. Οι επιπτώσεις τους δεν είναι πάντα άμεσα ορατές και είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε την απορροφημένη δόση για να προβούμε σε θεραπεία. Κάνοντας προσομοιώσεις Monte Carlo, υπολογίστηκε η δόση από επιφανειακή έκθεση σε ^{137}Cs (υπεύθυνο για το μεγαλύτερο ποσοστό πυρηνικών ατυχημάτων) για διάφορες τιμές εκπομπής σε διάφορα όργανα του ανθρώπινου οργανισμού. Από την διεθνή βιβλιογραφία βρέθηκαν οι σχέσεις υπολογισμού τριών τύπων σύνθετων βλαβών DNA σε τρία διαφορετικά είδη ανθρώπινων κυττάρων. Επίσης υπολογίστηκαν οι τύποι για την εκθετική μείωση των βλαβών του DNA με την πάροδο του χρόνου μέσω επιδιόρθωσης. Υπολογίστηκε στη συνέχεια ο αριθμός των βλαβών DNA μετά το πέρας συγκεκριμένων χρονικών περιόδων μετά την ακτινοβόληση (επιδιόρθωση βλαβών). Όλα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακες και διαγράμματα. Στο τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας καθώς και πώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η διαδικασία αντίστροφα, με σκοπό τον υπολογισμό της αρχικής δόσης που έλαβε ένας άνθρωπος σε περίπτωση ατυχήματος ή ολόσωμης ή τοπικής έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία, αν γνωρίζουμε το είδος της ακτινοβολίας και το πότε ακτινοβολήθηκε.

Abstract

Since the 1950s there have been hundreds of nuclear accidents, some very large, others very small. Their effects are not always immediately visible and it is necessary to know the absorbed dose to proceed with treatment. Making simulations using Visual Monte Carlo, the dose was calculated from surface exposure to ^{137}Cs (responsible for the largest percentage of nuclear accidents) for various values of emission, in various organs of the human body. From the literature the necessary experimental data were used for the calculation of three types of complex DNA damage in three different types of human cell lines (malignant and non-malignant). Also we produced the equations for the exponential decrease of DNA damage over time (DNA repair). Based on this we calculated the number of remaining DNA lesions after specific periods of repair time (1 hour-7 days). All results are presented analytically in tables and charts. At the end we present the conclusions of the work and how it could be used for the estimation of dose in case of an exposure of human population (biodosimetry). Therefore we present a way to calculate the initial dose received by the patient or individual, if we know the type of radiation and the time that has passed after the initial irradiation.

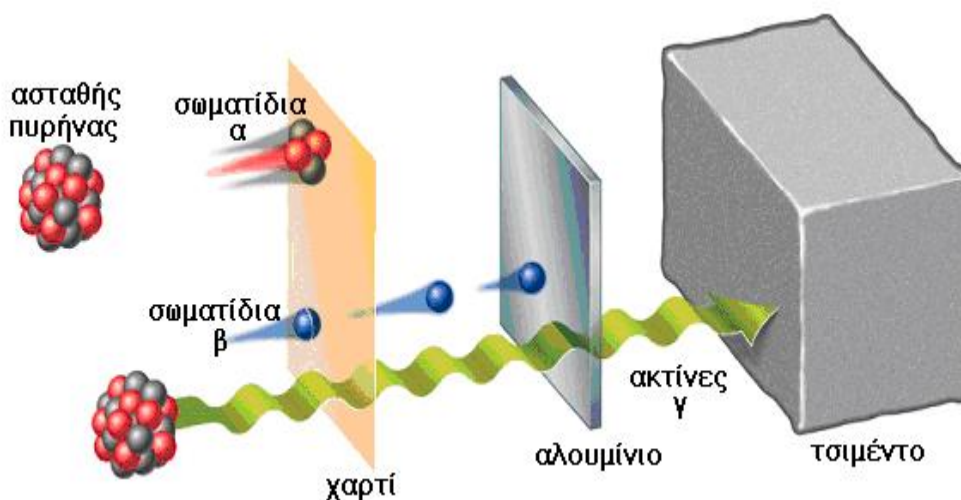
Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract	2
Περιεχόμενα.....	3
1. Εισαγωγή	4
1.1. Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με βιολογικούς ιστούς.....	4
1.2. Τα στάδια της βιολογικής επίδρασης της ακτινοβολίας	6
2. Πυρηνικά ατυχήματα και πυρηνικά στοιχεία.....	10
2.1. Πυρηνικά ατυχήματα	10
2.2. Το ατύχημα του Chernobyl.....	11
2.2 Το ραδιενεργό στοιχείο ¹³⁷ Cs.....	13
3. Τοξικότητα της ιονίζουσας ακτινοβολίας: Οξύ σύνδρομο ραδιενέργειας.....	14
4. Κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου.....	16
5. Τύποι βλαβών DNA.....	22
5.1. Επιδιόρθωση βλαβών DNA	24
5.1.1. Επιδιόρθωση Δίκλωνων Θραύσεων.....	24
5.1.2. Επιδιόρθωση SSBs-OCDLs.....	26
6. Μεθοδολογία και Διαδικασία	30
6.1 Μεθοδολογία.....	30
6.2. Διαδικασία	31
6.3. Πρόγραμμα προσομοίωσης Visual Monte Carlo dose calculation	33
6.4. Τύποι κυττάρων	38
7. Αποτελέσματα.....	40
8. Συμπεράσματα	82
9. Βιβλιογραφία	84
10. Ευχαριστίες.....	86

1. Εισαγωγή

1.1. Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με βιολογικούς ιστούς

Η ιοντίζουσα ακτινοβολία είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει ενέργεια ικανή να εισχωρήσει στην ύλη και να προκαλέσει τον ιοντισμό των ατόμων της. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην διάσπαση χημικών δεσμών και να προκαλέσει βιολογικές βλάβες σε ζωντανούς οργανισμούς. Η ιοντίζουσα ακτινοβολία προέρχεται από το φυσικό περιβάλλον ή από τεχνητές πηγές. Αποτελείται από σωματίδια α (πυρήνες ηλίου He), από σωματίδια β (ηλεκτρόνια) και ακτίνες γ και ακτίνες X (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία). Η διεισδυτικότητά τους εξαρτάται από το είδος τους και την ενέργεια που μεταφέρουν. Τα σωματίδια α έχουν κινητική ενέργεια που κυμαίνεται μεταξύ 2-10MeV, ανάλογα με τον πυρήνα από όπου παράγονται. Η ακτινοβολία γ έχει μεγαλύτερη ενέργεια και μεγαλύτερη διεισδυτικότητα στους ιστούς. Τα σωματίδια α μπορούν να σταματήσουν από ένα φύλλο χαρτί, τα σωματίδια β από ένα χιλιοστό Plexiglas, ενώ η ακτινοβολία γ χρειάζεται πιο παχιά επιλεγμένα υλικά, όπως είναι ο μόλυβδος και το σκυρόδεμα. Οι τεχνητές πηγές ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται στην ιατρική σε τομείς όπως η διαγνωστική ακτινολογία και η θεραπευτική ακτινολογία. Επίσης χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία και την γεωργία για αποστείρωση και ποιοτικό έλεγχο.



Εικόνα 1: Η διεισδυτικότητα των σωματιδίων α, των σωματιδίων β και των ακτίνων γ.

Η ποσότητα της ενέργειας που μεταφέρεται από την ακτινοβολία στην ύλη ανά χιλιόγραμμα μάζας ονομάζεται *δόση ακτινοβολίας*⁽¹⁾. Η *απορροφούμενη δόση* μετριέται σε Gray(Gy) που σε μονάδες του SI αντιστοιχεί σε 1 Joule/Kg. Συνήθως χρησιμοποιούνται υποπολλαπλάσιά του, καθώς το ένα Gy είναι πολύ μεγάλη δόση, όταν αναφερόμαστε σε τυχαίες εκθέσεις. Σημαντικό μέγεθος είναι και η Γραμμική Μεταφορά Ενέργειας, γνωστή ως LET (Linear Energy Transfer). Είναι ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια που φέρει η ιοντίζουσα ακτινοβολία εναποτίθεται σε μαλακούς ιστούς και εκφράζεται σε κίλο-ηλεκτρονιοβολτ ανά μικρόμετρο της τροχιάς μέσα στον ιστό (keV/μm). Εξαρτάται από το είδος της ακτινοβολίας και από τη φύση του υλικού που θα διασχίσει. Μιλώντας για μια δεδομένη τιμή αρχικής ενέργειας ισχύουν τα ακόλουθα:

- Τα σωματίδια α έχουν μεγάλο LET και προκαλούν μεγάλη τοπική ζημιά.
- Τα σωματίδια β έχουν χαμηλότερο LET , και έτσι θα εναποθέσουν το ίδιο ποσό ενέργειας σε μεγαλύτερο μήκος διαδρομής μέσα στον ιστό, προκαλώντας μικρότερη βλάβη από τα σωματίδια α.
- Η ακτινοβολία γ έχει ακόμα μικρότερο LET, άρα πολύ μεγαλύτερη διεισδυτικότητα, οπότε θα εναποθέσει μέρος της ενέργειάς της στο μεγάλο μήκος διαδρομής που θα διασχίσει μέσα στον ιστό, προκαλώντας τοπικά ακόμα μικρότερη τοπικά βλάβη.

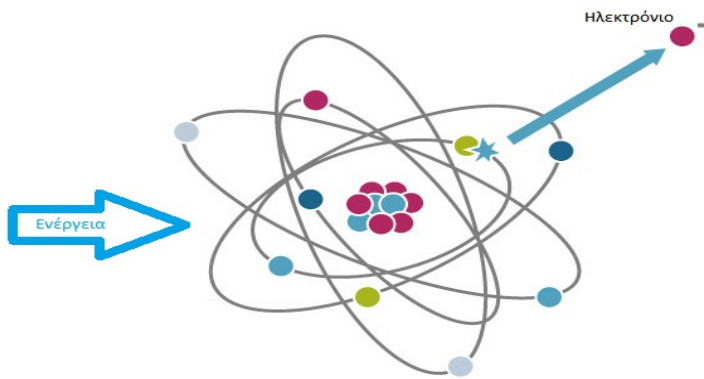
Η *ισοδύναμη δόση* είναι το μέγεθος που σχετίζεται με τη βλάβη που μπορεί να προκαλέσει σε έναν ιστό η απορροφούμενη δόση ενός συγκεκριμένου είδους ακτινοβολίας. Μετριέται σε Sievert (Sv). Επειδή είναι μεγάλη τιμή το ένα Sv, χρησιμοποιούνται συνήθως υποπολλαπλάσια του. Η μέση δόση ενός ατόμου στη διάρκεια ενός χρόνου από τεχνητές πηγές είναι 0.31mSv, ενώ από φυσικές πηγές είναι 2.4mSv.

Η *σχετική βιολογική αποτελεσματικότητα* (RBE) είναι η αναλογία της βιολογικής αποτελεσματικότητας ενός τύπου ακτινοβολίας σε σχέση με έναν άλλο, με δεδομένη την ίδια ποσότητα ενέργειας που απορροφάται.

1.2. Τα στάδια της βιολογικής επίδρασης της ακτινοβολίας

Η βιολογική επίδραση της ακτινοβολίας αναλύεται σε τέσσερα στάδια:

- Ιοντισμός ή διέγερση των ατόμων. (**φυσικό στάδιο**) (10^{-16} s)
- Σχηματισμός νέων σταθερών ή ασταθών μορίων ή ελεύθερων ριζών, λόγω δευτερογενών αντιδράσεων των διεγερμένων ή ιοντισμένων μορίων. (**φυσικοχημικό στάδιο**) (10^{-3} s)
- Αντίδραση των ασταθών μορίων και των ελεύθερων ριζών. (**χημικό στάδιο**) (μερικά λεπτά)
- Προσβολή βιολογικών μορίων, σημαντικών για την λειτουργία του κυττάρου, όπως είναι οι πρωτεΐνες, τα νουκλεϊκά οξέα και άλλα. (**βιολογικό στάδιο**) (μερικές ώρες ή μέρες)



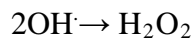
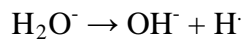
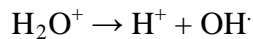
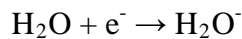
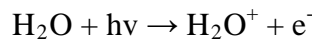
Εικόνα 2: Ιοντισμός ενός ατόμου. Δέχεται αρκετή ενέργεια ώστε ένα ηλεκτρόνιο να διαφύγει

Η ακτινοβολία επιδρά μόνο με τα άτομα που αποτελούν τα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού, μέσω της διαδικασίας που ονομάζεται *ιοντισμός*. Το **φυσικό στάδιο** της αλληλεπίδρασης περιλαμβάνει το άμεσο φαινόμενο (direct effect) και το έμμεσο φαινόμενο (indirect effect). Το άμεσο φαινόμενο είναι η άμεση επίδραση της ακτινοβολίας με το μόριο του DNA του κυττάρου, δηλαδή είναι ο ιοντισμός των μορίων του DNA. Αυτό οδηγεί στο πιθανό σπάσιμο των δεσμών του DNA. Έτσι το κύτταρο μπορεί να χάσει την ικανότητα της αναπαραγωγής και να πεθάνει. Αν αρκετά άτομα επηρεαστούν έτσι ώστε τα χρωμοσώματα να μην αναπαράγονται σωστά, ή αν υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στις πληροφορίες που μεταφέρει

το μόριο του DNA, τότε το κύτταρο μπορεί να καταστραφεί με άμεση επίδραση της ακτινοβολίας με το σύστημα που είναι υπεύθυνο για την διατήρηση της ζωής του.

Ο πυρήνας του κυττάρου είναι ένα πολύ μικρό κομμάτι του (περίπου το ένα δέκατο), καθιστώντας έτσι λιγότερο πιθανή την άμεση επίδραση της ακτινοβολίας με αυτόν. Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό του κυττάρου είναι νερό. Το *έμμεσο φαινόμενο* είναι η επίδραση της ακτινοβολίας με το νερό του κυττάρου. Σαν αποτέλεσμα αυτού σπάνε οι δεσμοί του νερού και εμφανίζονται ελεύθερα ιόντα υδρογόνου H και οξυγόνου O. Τα ελεύθερα ιόντα είτε ξανασυνδέονται και φτιάχνουν μόρια νερού είτε αντιδρούν με άλλα ελεύθερα ιόντα. Με αυτόν το τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί υπεροξείδιο του υδρογόνου H₂O₂, που συμβάλει στην καταστροφή του κυττάρου.

Το παραπάνω φαινόμενο ονομάζεται ραδιόλυση του νερού και γίνεται με τις παρακάτω αντιδράσεις:



Δεν έχουν όμως όλα τα κύτταρα την ίδια ευαισθησία στην ακτινοβολία⁽³⁾. Τα κύτταρα που αναπαράγονται πιο γρήγορα είναι πιο ευαίσθητα, καθώς για την αναπαραγωγή τους χρειάζονται σωστή πληροφορία από το DNA, για να ζήσει ο 'απόγονος' τους. Η άμεση επίδραση της ακτινοβολίας με ένα ενεργό κύτταρο μπορεί να οδηγήσει στο θάνατό του, ενώ η επίδραση με ένα ανενεργό μπορεί να μην έχει κανένα αποτέλεσμα. Έτσι κατηγοριοποιούμε τα κύτταρα ανάλογα με την ταχύτητα αναπαραγωγής τους, αφού είναι σε άμεση σχέση με την ευαισθησία τους στην ακτινοβολία. Τα κύτταρα που παράγουν αίμα αναπαράγονται συνεχώς, οπότε αυτά είναι τα πιο ευαίσθητα. Τα αναπαραγωγικά και γαστρεντερικά κύτταρα δεν αναπαράγονται τόσο γρήγορα, οπότε είναι λιγότερο ευαίσθητα. Τα νευρικά και μυϊκά κύτταρα έχουν πολύ αργούς ρυθμούς αναπαραγωγής, και έτσι είναι τα λιγότερο ευαίσθητα κύτταρα.

Τα αντίστοιχα ισχύουν και για τα όργανα του ανθρώπινου οργανισμού: η ευαισθησία τους στην ακτινοβολία είναι συνδεδεμένη με την ευαισθησία των κυττάρων που τα αποτελούν. Για παράδειγμα, αφού τα κύτταρα που δημιουργούν το αίμα είναι τα πιο ευαίσθητα εξαιτίας του μεγάλου ρυθμού αναπαραγωγής τους, τα όργανα που είναι υπεύθυνα για την παραγωγή του αίματος είναι τα πιο ευαίσθητα στην ακτινοβολία. Τα μυϊκά και νευρικά κύτταρα είναι λιγότερο ευαίσθητα και έτσι οι μύες και ο εγκέφαλος είναι λιγότερο ευαίσθητοι στην ακτινοβολία.

Εξίσου ουσιώδες με τον ρυθμό αναπαραγωγής στην ευαισθησία στην ακτινοβολία είναι και το πόσο σημαντικό είναι το όργανο στον οργανισμό. Για παράδειγμα, αν ακτινοβοληθούν τα κύτταρα του δέρματος, η ενδεχόμενη βλάβη που θα προκύψει δεν θα είναι τόσο επικίνδυνη για τον οργανισμό, ενώ αν ακτινοβοληθεί κάποιο ζωτικό όργανο, όπως η καρδιά., οι επιπτώσεις θα είναι πιο σημαντικές. Ένα ακόμα παράδειγμα πολύ ευαίσθητου κυτταρικού συστήματος είναι ο κακοήθης όγκος. Το εξωτερικό στρώμα κυττάρων αναπαράγεται συνεχώς και διαθέτει συνεχή παροχή αίματος και οξυγόνου. Τα κύτταρα είναι πιο ευαίσθητα κατά την αναπαραγωγή τους και η παρουσία του οξυγόνου αυξάνει την ευαισθησία στην ακτινοβολία. Τα ανοξικά κύτταρα, δηλαδή τα κύτταρα με λιγότερο οξυγόνο, είναι συνήθως ανενεργά, όπως και τα κύτταρα στο κέντρο του όγκου. Όταν ο όγκος εκτεθεί σε ακτινοβολία, το εξωτερικό στρώμα των κυττάρων καταστρέφεται, μειώνοντας έτσι το μέγεθος του όγκου. Αν κατευθυνθεί στον όγκο μία πολύ ισχυρή δόση ακτινοβολίας ικανή να τον εξαλείψει με μιας, ο ασθενής ενδέχεται να πεθάνει. Αντιθέτως, η συνήθης πρακτική της ακτινοθεραπείας είναι η κλασματοποίηση των δόσεων, δηλαδή η ολική ποσότητα ακτινοβολίας που έχει υπολογιστεί ότι χρειάζεται για να καταστραφεί ο όγκος δίνεται σε μικρά τμήματα στον όγκο καθημερινά, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα στους υγιείς ιστούς να επανέλθουν χωρίς καμία ζημιά, ενώ ο (ευαίσθητος στην ακτινοβολία) όγκος ολοένα και μικραίνει σε μέγεθος. Ένα έμβρυο που αναπτύσσεται είναι επίσης ένα αντίστοιχο κυτταρικό σύστημα με πολύ καλή κυκλοφορία αίματος και πολύ οξυγόνο. Έτσι η ευαισθησία του εμβρύου στην ακτινοβολία συγκρίνεται με αυτή του όγκου, αλλά οι συνέπειες είναι πιο δραματικές.

Το **φυσικοχημικό στάδιο** είναι συνδεδεμένο με το έμμεσο φαινόμενο (indirect effect) του φυσικού σταδίου, και περιλαμβάνει τον σχηματισμό πολύ δραστικών αλλά βραχύβιων ελεύθερων ριζών. Ελεύθερες ρίζες είναι άτομα ή μόρια ηλεκτρικά ουδέτερα στα οποία όμως τα

ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας δεν έχουν αντίθετα spin, και έτσι είναι πολύ ασταθή. Επίσης έχουν την ικανότητα να αλληλεπιδρούν πολύ με τα διπλανά τους άτομα ή μόρια.

Το **χημικό στάδιο** είναι εκείνο όπου οι ελεύθερες ρίζες αντιδρούν μεταξύ τους και με άλλα μόρια, προκαλώντας μόνιμες (συνήθως) αλλαγές σε σημαντικά συστατικά για τον μεταβολισμό των κυττάρων.

Το **βιολογικό στάδιο** περιλαμβάνει τα εξής αποτελέσματα⁽⁴⁾:

- *Πλήρης αποδόμηση* ενός μακρομορίου π.χ. DNA.
- *Επιδιόρθωση και ανασύνδεση*, δηλαδή δημιουργία ενεργών σημείων πάνω σε κάποιο μόριο με αποτέλεσμα να αυτά να ενωθούν αν πλησιάσουν μεταξύ τους.
- *Θραύση ενδομοριακών δεσμών*, με αποτέλεσμα την αλλοίωση πρωτεϊνών.
- *Βιολογικά αποτελέσματα που μπορεί να ανιχνευθούν και μέρες ή και μήνες μετά*, όπως η χρωμοσωμική αστάθεια.

Η πλήρης αποδόμηση ενός μακρομορίου, όπως για παράδειγμα ο πεπτιδικός δεσμός των πρωτεϊνών, (όπως και τα υπόλοιπα αποτελέσματα του βιολογικού σταδίου) γίνεται εφικτή με την δημιουργία των ελεύθερων ριζών, συνήθως υδροξύλιο (OH^\cdot) και H^\cdot . Όπως ξέρουμε, οι ελεύθερες ρίζες είναι ιδιαίτερα χημικά ενεργές και αντιδρούν με τα βιομόρια, προκαλώντας την αποδόμηση τους.

2. Πυρηνικά ατυχήματα και πυρηνικά στοιχεία

2.1. Πυρηνικά ατυχήματα

Ως πυρηνικό ατύχημα ορίζεται από τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας (International Atomic Energy Agency-IAEA) ένα γεγονός που οδηγεί σε σημαντικές συνέπειες για τους ανθρώπους, το περιβάλλον ή την εγκατάσταση. Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει θανατηφόρες δόσεις ακτινοβολίες σε ανθρώπους, μεγάλη απελευθέρωση ραδιενέργειας στο περιβάλλον ή το λιώσιμο του πυρήνα ενός αντιδραστήρα. ⁽⁵⁾

Η επίδραση των πυρηνικών ατυχημάτων ήταν πολύ σημαντική ήδη από την κατασκευή του πρώτου πυρηνικού αντιδραστήρα. Ο φόβος για αυτά εντείνει την ανησυχία του κοινού σχετικά με τις πυρηνικές εγκαταστάσεις. Έχουν αναπτυχθεί αρκετές τεχνικές για την μείωση του κινδύνου των ατυχημάτων ή και για να ελαχιστοποιηθεί η ποσότητα της ενέργειας που απελευθερώνεται από αυτά. Παρόλα αυτά έχουν γίνει 99 ατυχήματα σε πυρηνικούς σταθμούς, με πιο σοβαρά ατυχήματα του Chernobyl (1986), του Three Mile Island (1979) και της Fukushima (2011). Με εξαίρεση το Chernobyl, σε κανένα άλλο πυρηνικό ατύχημα αντιδραστήρα δεν έχει πεθάνει κάποιος λόγω της έκθεσης σε ακτινοβολία.

Λόγω της διαδεδομένης χρήσης της ραδιενέργειας σε αρκετούς τομείς της καθημερινής μας ζωής, υπάρχουν πολλές πηγές ραδιενέργειας γύρω μας. Μετρητές υγρασίας χρησιμοποιούν πηγή ακτινών γ και πηγή νετρονίων, ανιχνευτές καπνού χρησιμοποιούν πηγές σωματιδίων α, ενώ διάφορες πηγές χρησιμοποιούνται στην ραδιογραφία και την ιατρική. Τα ατυχήματα σε αυτά προέρχονται από απώλεια της θωράκισης και αδυναμία συγκράτησης του ραδιενεργού υλικού (με αποτέλεσμα στην απελευθέρωση μεγάλων δόσεων).

2.2. Το ατύχημα του Chernobyl

Το ατύχημα του Chernobyl είναι το πιο γνωστό πυρηνικό ατύχημα σε αντιδραστήρα, καθώς και το ατύχημα με τις μεγαλύτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Τον Απρίλιο του 1986, στη διάρκεια ενός (επικίνδυνου από την φύση του) κλεισίματος του αντιδραστήρα 4 του πυρηνικού εργοστασίου για να γίνουν δοκιμές για νέα συστήματα, ο αντιδραστήρας έφτασε σε κρίσιμη κατάσταση.⁽⁶⁾ Λέμε ότι ένας πυρηνικός αντιδραστήρας είναι σε *κρίσιμη κατάσταση* όταν ο αριθμός των νετρονίων που παράγονται από αυτόν ισούται με τον αριθμό των νετρονίων που χρειάζονται για να προκαλέσουν την επόμενη αντίδραση σχάσης. Οι πυρηνικοί αντιδραστήρες είναι σε *υποκρίσιμη κατάσταση*, δηλαδή παράγουν λιγότερα νετρόνια από όσα χρειάζονται, σαν ένα πρόσθετο μέτρο ασφάλειας. Αν ένας πυρηνικός αντιδραστήρας λειτουργεί σε κρίσιμη κατάσταση, με το παραμικρό λάθος οδηγείται σε *υπερκρίσιμη κατάσταση*, δηλαδή παράγει περισσότερα νετρόνια από όσα μπορεί να χρησιμοποιήσει, με αποτέλεσμα να εκλύει περισσότερη θερμότητα (και ακτινοβολία) από όση μπορεί να απορροφήσει. Με το σύστημα αυτόματου κλεισίματος του αντιδραστήρα (ράβδοι γραφίτη που απορροφούν νετρόνια) να είναι εκτός λειτουργίας από λάθος, η θερμοκρασία του πυρήνα ανέβηκε επικίνδυνα. Αμέσως οι τεχνικοί έστειλαν κρύο νερό στον πυρήνα, που οδήγησε σε μία έκρηξη ατμού, που ήταν αρκετοί για να μετακινήσει το χιλίων τόνων κάλυμμα του πυρήνα και να οδηγήσει στην απελευθέρωση του πυρηνικού καυσίμου και στην καταστροφή του συστήματος καθέλκυσης των ράβδων γραφίτη. Ακολούθησε μία δεύτερη έκρηξη, ο γραφίτης και το πυρηνικό καύσιμο υπερθερμάνθηκαν, γεγονός που οδήγησε στη δημιουργία φωτιάς, που ήταν η κύρια αιτία απελευθέρωσης ραδιενέργειας στο περιβάλλον. Συνολικά 14EBq ($14 \times 10^{18} \text{Bq}$) απελευθερώθηκαν στο περιβάλλον, εκ των οποίων τα 85PBq ($85 \times 10^{15} \text{Bq}$) ήταν ^{137}Cs .

Από την έκθεση στη ραδιενέργεια πέθαναν μέσα σε λίγες οι δύο τεχνικοί που ήταν υπεύθυνοι για τον αντιδραστήρα εκείνη τη στιγμή. Στις επόμενες εβδομάδες άλλοι 28 άνθρωποι πέθαναν από την ραδιενέργεια, κυρίως πυροσβέστες, στην προσπάθειά τους να καλύψουν τον αντιδραστήρα με τσιμέντο, για να αποτρέψουν την παραπάνω απελευθέρωση ραδιενέργειας.

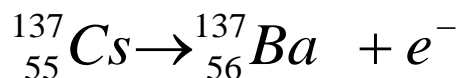
Για την αποφυγή απωλειών ανθρώπινων ζωών περαιτέρω, οι αρχές μετεγκατέστησαν 115.000 κατοίκους από τις περιοχές γύρω από το πυρηνικό εργοστάσιο. Για μεγαλύτερη ασφάλεια δημιούργησαν δύο ζώνες ελέγχου της ραδιενέργειας, έχοντας σαν κριτήριο την

επιφανειακή εκπομπή ραδιενέργειας από το υπέδαφος, που οφείλεται στο ατύχημα. Η μεγάλη ζώνη, περιλάμβανε περίπου πέντε εκατομμύρια ανθρώπους και ήταν περιοχές με επιφανειακή εκπομπή πάνω από 37kBq/m^2 . Περιλάμβανε περιοχές στην Λευκορωσία, την Ρωσία και την Ουκρανία. Η δεύτερη και μικρότερη ζώνη, αφορούσε μικρότερο πληθυσμό, περίπου 400.000 ανθρώπους και ήταν για περιοχές με επιφανειακή εκπομπή πάνω από 555kBq/m^2 .

Στα σχεδόν τριάντα χρόνια που έχουν περάσει από το ατύχημα έχει παρατηρηθεί στην ευρύτερη περιοχή μία αύξηση στους καρκίνους του θυρεοειδούς. Όμως δεν υπάρχουν δεδομένα για τα επίπεδα επιφανειακής ακτινοβολίας πριν από το ατύχημα, έτσι μία σύγκριση των περιστατικών μετά και πριν το ατύχημα είναι αδύνατη. Για αυτό είναι δύσκολο να γίνει μία συγκριτική μελέτη που να δείχνει αν η αύξηση των κρουσμάτων εμφάνισης καρκίνου στην περιοχή οφείλεται στο ατύχημα ή υπήρχε ήδη ικανή ποσότητα ακτινοβολίας στο περιβάλλον για την προκαλέσει.

2.2 Το ραδιενεργό στοιχείο ^{137}Cs

Το ^{137}Cs είναι ένα ραδιενεργό κατάλοιπο της πυρηνικής σχάσης του ουρανίου και του πλουτωνίου. ⁽⁷⁾ Είναι το πιο κοινό ραδιενεργό παράγωγο μετά από πυρηνικά ατυχήματα ή πυρηνικές εκρήξεις. Διασπάται εκπέμποντας σωματίδια β σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:



Αυτή η αντίδραση απελευθερώνει ενέργεια ίση με 662keV. Το ^{137}Cs έχει χρόνο ημιζωής περίπου ίσο με 30 χρόνια, γεγονός που το κάνει το πιο επικίνδυνο παράγωγο, από αυτά που διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα, ενός ατυχήματος σε πυρηνικό αντιδραστήρα. Το ^{192}Ir , που είναι ένα ακόμα παράγωγο, έχει χρόνο ημιζωής 8 ημέρες, οπότε δεν είναι τόσο σημαντικό στην συνολική συνεισφορά ραδιενέργειας. Μελέτες έχουν δείξει ότι για ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των πυρηνικών ατυχημάτων ευθύνεται το ^{137}Cs , όπως φαίνεται και από την εικόνα 4.



Εικόνα 4: Η σχετική συχνότητα με την οποία τα διάφορα πυρηνικά στοιχεία συμμετέχουν σε πυρηνικά ατυχήματα. Είναι εμφανής η υπεροχή του ^{137}Cs . ⁽⁸⁾

3. Τοξικότητα της ιονίζουσας ακτινοβολίας: Οξύ σύνδρομο ραδιενέργειας

Οι κυτταρικές βλάβες που αναφέραμε παραπάνω δεν έχουν άμεση επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, επειδή αυτός αποτελείται από έναν τεράστιο αριθμό κυττάρων. Αν όμως προστεθούν όλες οι κυτταρικές βλάβες σε ένα όργανο, τότε αυτό το όργανο μπορεί να αρχίσει να υπολειτουργεί ή ακόμα και να νεκρωθεί. Το πόσο γρήγορα θα γίνει αυτό και το πόσο σημαντικό θα είναι για τον άνθρωπο που νοσεί, εξαρτάται από τη δόση ακτινοβολίας που θα απορροφήσει ο ανθρώπινος οργανισμός, καθώς και από τον ρυθμό απορρόφησης της δόσης. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπτώματα του οξέως συνδρόμου ραδιενέργειας. Είναι τα συμπτώματα που εμφανίζει ο οργανισμός αμέσως μετά την έκθεση σε δόσεις από 0 έως και παραπάνω από 8 Gy. Στις χαμηλές δόσεις βλέπουμε ότι δεν υπάρχει σχεδόν καμία αντίδραση από τον οργανισμό, ενώ όσο μεγαλώνει η δόση, τόσο πιο πολύ μεγαλώνει και η πιθανότητα να πεθάνει ο άνθρωπος.⁽⁹⁾

Πίνακας 1

Ασθένεια ή χαρακτηριστικό	Αποτελέσματα μετά από ολόσωμη έκθεση σε εύρος δόσεων (σε Gy)				
	0-1	1-2	2-6	6-8	>8
Ναυτία, εμετός	Κανένα	5-50%	5-100%	75-100%	90-100%
Χρόνος έναρξης		3-6 ώρες	2-4 ώρες	1-2 ώρες	<1 ώρα με μερικά λεπτά
Διάρκεια		<24 ώρες	<24 ώρες	<48 ώρες	<48 ώρες
Αριθμός λεμφοκυττάρων	Ανεπηρέαστα	Ελάχιστα μειωμένα	<1000 στις 24 ώρες	<500 στις 24 ώρες	Μειώνονται σε λίγες ώρες
Λειτουργία κεντρικού νευρικού συστήματος	Καμία βλάβη	Καμία βλάβη	Αντιληπτή βλάβη για 6-20ώρες	Αντιληπτή βλάβη για >20 ώρες	Ταχεία ανικανότητα
Θνησιμότητα	Καμία	Ελάχιστη	Χαμηλή με επιθετική θεραπεία	Υψηλή	Πολύ υψηλή: Σημαντικά νευρολογικά συμπτώματα που δείχνουν θανάσιμη δόση

Πίνακας 1: Κύριες επιδράσεις ολόσωμης έκθεσης σε ιονίζουσα ακτινοβολία

4. Κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου

Αξιοποιώντας τη γνώση που έχουν αποκτήσει οι βιολόγοι και οι φυσικοί από πειράματα τα τελευταία χρόνια, μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου σε έναν ασθενή μετά από την έκθεση του σε ακτινοβολία, καθώς και αν η δόση που έχει λάβει είναι θανάσιμη. Για τον υπολογισμό της πιθανότητας μία δόση να αποβεί θανατηφόρα, έχει εισαχθεί ένα νέο μέγεθος (Lethal Dose), που δείχνει τη σχέση μεταξύ του ποσοστού των επιζώντων σε σχέση με την απορροφούμενη δόση. Συμβολίζεται με LD και συνήθως χρησιμοποιείται η μέση τιμή του, δηλαδή το LD₅₀, δηλαδή το 50% των ασθενών θα πεθάνουν. Άλλες φορές υπάρχει και ένας χρονικός παράγοντας, για παράδειγμα LD_{50/60}, που σημαίνει ότι το 50% των ασθενών θα πεθάνουν σε 60 μέρες. Για έναν υγιή ενήλικα αυτή η μέση τιμή ισούται με 4Gy περίπου (υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν τιμές από 3 έως 5 Gy). Το LD₁₀ είναι 1 με 2 Gy και το LD₉₀ 5 με 7 Gy.

Τα παραπάνω μεγέθη για την παρούσα εργασία αποκτούν μεγάλες τιμές, αφού εδώ η μέγιστη ολόσωμη δόση είναι μικρότερη από 1Gy. Για μικρότερες δόσεις ή για μικρότερους ρυθμούς έκθεσης, η θανάσιμη δόση αυξάνεται. Για παράδειγμα, αν η δόση ληφθεί σε διάστημα ενός μήνα, τότε το LD_{50/60} διπλασιάζεται. Έχουν γίνει αρκετές έρευνες που έχουν ως στόχο τον υπολογισμό της χαμηλότερης δυνατής δόσης που μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα στον ανθρώπινο οργανισμό. Η δόση αυτή ονομάζεται δόση κατωφλίου (threshold dose). Για έκθεση σε ακτινοβολία 100 mSv ο εκτιμώμενος κίνδυνος θανατηφόρου καρκίνου είναι 0,6%, ενώ για ακτινοβολία 250 mSv είναι 1,5% ⁽⁹⁾. Λόγω της λανθάνουσας περιόδου του καρκίνου, οι νεότεροι ασθενείς έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου από τους μεγαλύτερους. Για παράδειγμα, σε έκθεση 250 mSv οι ασθενείς με ηλικίες από 20 έως 30 ετών έχουν 0,91% κίνδυνο πρόωρου θανάτου, ενώ για τους ασθενείς με ηλικίες από 40 έως 50 ετών το ποσοστό είναι 0,53%. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι τιμές της δόσης κατωφλίου για κάποια όργανα, καθώς και τα προβλήματα που μπορούν να προκαλέσουν. Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι απορροφούμενες δόσεις που μπορούν να προκαλέσουν θάνατο, το κύριο σύμπτωμα που οδηγεί σε αυτόν, καθώς και τον εκτιμώμενο χρόνο από την έκθεση μέχρι να επέλθει ο θάνατος.

Στην παρούσα εργασία η μέγιστη τιμή της απορροφούμενης δόσης είναι 0,61Gy στις γονάδες, 0,61Gy στους φακούς και 0,61Gy στο μυελό των οστών και αντιστοιχεί σε ολόσωμη

έκθεση μίας εβδομάδας σε ακτινοβολία 2.000.000KBq/m². Από τον πίνακα 2 προκύπτει ότι δεν είναι αρκετή η δόση για να προκαλέσει κάποια βλάβη σε κάποια από αυτά τα όργανα, κάτι που είναι αναμενόμενο για τόσο μικρή δόση.

Πίνακας 2

Ιστός και αποτέλεσμα	Δόση κατωφλίου		
	Συνολική δόση που λήφθηκε με μία σύντομη έκθεση (Gy)	Συνολική δόση που λήφθηκε με πολλές μικρές δόσεις (Gy)	Ετήσιος ρυθμός δόσης, αν ληφθεί μέσα στον χρόνο σε πολλές μικρές δόσεις (Gy/y)
Όρχεις			
Προσωρινή στειρότητα	0,15	ME	0,4
Μόνιμη στειρότητα	3,5-6,0	ME	2,0
Ωοθήκες			
Στειρότητα	2,5-6,0	6,0	>0,2
Φακοί			
Ανιχνεύσιμες σκιάσεις	0,5-2,0	5	>0,1
Προβλήματα όρασης (καταρράκτης)	5,0	>8	>0,15
Μυελός των οστών			
Μείωση της αιματοποίησης	0,5	ME	>0,4

Πίνακας 2: Η ελάχιστη απορροφούμενη δόση που μπορεί να προκαλέσει κάποιο πρόβλημα σε τέσσερα διαφορετικά όργανα (όρχεις, ωοθήκες, φακοί και μυελός των οστών), καθώς και η ασθένεια που παρατηρείται. (ME σημαίνει Μη Εφαρμόσιμη, αφού η απορροφούμενη δόση στην συγκεκριμένη περίπτωση εξαρτάται από τον ρυθμό απορρόφησης της δόσης (dose rate))⁽¹⁰⁾

Πίνακας 3

Απορροφούμενη ολόσωμη δόση (Gy)	Κύριο σύμπτωμα που οδηγεί στον θάνατο	Χρόνος μέχρι τον θάνατο μετά την έκθεση (μέρες)
3-5	Ζημιά στον μυελό των οστών	30-60
5-15	Ζημιά στον γαστρεντερικό σωλήνα	7-20
5-15	Ζημιά στους πνεύμονες και τα νεφρά	60-150
0>15	Ζημιά στο νευρικό σύστημα	<5, εξαρτάται από την δόση

Πίνακας 3: Απορροφούμενες ολόσωμες δόσεις που οδηγούν στον θάνατο, το κύριο σύμπτωμα σε κάθε περίπτωση, και το αναμενόμενο χρονικό διάστημα μέχρι να επέλθει ο θάνατος.⁽¹¹⁾

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί κάποια προγράμματα τα οποία υπολογίζουν την αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης καρκίνου (cancer risk) μετά από έκθεση σε ακτινοβολία. Ένα από αυτά είναι το Radiation Risk Assessment Tool του National Cancer Institute ⁽²⁴⁾. Εισάγοντας σε αυτό δημογραφικά δεδομένα (φύλο και ηλικία), τη δόση της ακτινοβολίας που έχει απορροφηθεί σε ένα συγκεκριμένο όργανο και τον χρόνο έκθεσης, υπολογίζει την ποσοστιαία αύξηση εμφάνισης καρκίνου σε αυτό το όργανο λόγω ακτινοβολίας. Ακολουθούν δύο παραδείγματα χρήσης του προγράμματος. Υποθέσαμε ότι μιλάμε για έναν νεαρό άντρα, γεννημένο το 1970, που εκτέθηκε σε ακτινοβολία του 1986 και μετράμε το Cancer Risk το 2014. Χρησιμοποιούμε τις τιμές έκθεσης που υπολογίσαμε παρακάτω, 610 mGy για τον θυρεοειδή και 750 mGy για τον εγκέφαλο, που αφορούν τον μέγιστο χρόνο έκθεσης (μία βδομάδα) στη μέγιστη τιμή επιφανειακής έκθεσης (2.000.000 kBq/m²). Το αποτέλεσμα του προγράμματος είναι σε πλήθος ασθενών που θα εμφανίσουν καρκίνο ανά 100.000, και κάτω από τις εικόνες αναφέρουμε το Cancer Risk σε ποσοστό επί τοις εκατό.

RadRAT version 3.7

Enter the inputs in the form below or [upload an input file](#).

Demographic Information

Gender	Male
Birth Year	1970

Exposure Information

An exposure event may result in doses to one or more organs. All doses associated with the same event should be indicated by entering the same number in the "Exposure Event" column and the same year in the "Exposure Year" column. Refer to [Guidance for Entering Exposure Information](#).

Each organ dose may be entered as a value with no related uncertainty by selecting "Fixed Value" from the Distribution Type menu and typing the value into the "Parameter 1" column. The organ dose may also be entered as an uncertain quantity by selecting one of the probability distributions from the Distribution Type menu. The corresponding distribution parameters should be entered into columns 1, 2, and/or 3.

No.	Exposure Event ?	Exposure Year	Organ	Exposure Rate ?	Organ Dose mGy ?			
					Distribution Type	Parameters 1,2,3 ?		
1	1	1986	Thyroid	acute	Fixed Value(value)	610	0	0

[+](#) Add Exposure Event

Assumptions, Settings and Report Options

[Generate Results](#) | [Clear](#)

Εικόνα 3: Παράδειγμα 1, εδώ εισάγουμε τα δεδομένα έκθεσης, αφορά άντρα, 16 ετών το 1986, που έχει λάβει δόση 610 mGy στο θυρεοειδή.

Radiation Risk Assessment Tool Summary Report

RadRAT 3.7 using Analytica/ADE 4.2 64-bit

Report Date: 10/14/2014 12:10:23 PM

Information Used In Lifetime Risk Calculation

Gender	Male
Birth Year	1970

Assumptions and Settings

General Exposure Information

Risk Estimates

Lifetime Risk of Developing Thyroid Cancer (chances in 100,000) with a 90% Uncertainty Range

	Lower Bound	Mean	Upper Bound
Excess Lifetime Risk*	127	486	1160

* Risk from the time of exposure to the end of the expected lifetime

Future Risk of Developing Thyroid Cancer (chances in 100,000) with a 90% Uncertainty Range

	Lower Bound	Mean	Upper Bound
Excess Future Risk**	107	408	981
Baseline Future Risk**	295	315	334
Total Future Risk**	423	723	1284

** Risk from 2014 to the end of the expected lifetime

Εικόνα 4: Παράδειγμα 1, τα αποτελέσματα. Παρατηρούμε ότι από 1986 μέχρι το τέλος της ζωής του θα έχει μέση πιθανότητα 0,486% παραπάνω από τους συνομήλικούς του να εμφανίσει καρκίνο στο θυρεοειδή, ενώ από το 2014 μέχρι το τέλος της ζωής του η μέση πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου παραπάνω από τους συνομήλικούς του είναι 0,408%, με συνολική μέση πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου του θυρεοειδή 0,723%.

RadRAT version 3.7

Enter the inputs in the form below or [upload an input file](#).

Demographic Information

Gender	Male
Birth Year	1970

Exposure Information

An exposure event may result in doses to one or more organs. All doses associated with the same event should be indicated by entering the same number in the "Exposure Event" column and the same year in the "Exposure Year" column. Refer to [Guidance for Entering Exposure Information](#).

Each organ dose may be entered as a value with no related uncertainty by selecting "Fixed Value" from the Distribution Type menu and typing the value into the "Parameter 1" column. The organ dose may also be entered as an uncertain quantity by selecting one of the probability distributions from the Distribution Type menu. The corresponding distribution parameters should be entered into columns 1, 2, and/or 3.

No.	Exposure Event ?	Exposure Year	Organ	Exposure Rate ?	Organ Dose mGy ?	Distribution Type	Parameters 1,2,3 ?
1	1	1986	Brain/CNS	acute	750	Fixed Value(value)	

+ Add Exposure Event

Assumptions, Settings and Report Options

Generate Results | Clear

Εικόνα 5: Παράδειγμα 2, εδώ εισάγουμε τα δεδομένα έκθεσης, αφορά άντρα, 16 ετών το 1986, που έχει λάβει δόση 750 mGy στον εγκέφαλο.

Radiation Risk Assessment Tool Summary Report



RadRAT 3.7 using Analytica/ADE 4.2 64-bit

Report Date: 10/14/2014 12:16:26 PM

Information Used In Lifetime Risk Calculation

Gender	Male
Birth Year	1970

Assumptions and Settings

General Exposure Information

Risk Estimates

Lifetime Risk of Developing Cancer of the Brain or Central Nervous System (chances in 100,000) with a 90% Uncertainty Range

	Lower Bound	Mean	Upper Bound
Excess Lifetime Risk*	123	466	974

* Risk from the time of exposure to the end of the expected lifetime

Future Risk of Developing Cancer of the Brain or Central Nervous System (chances in 100,000) with a 90% Uncertainty Range

	Lower Bound	Mean	Upper Bound
Excess Future Risk**	94.9	357	753
Baseline Future Risk**	520	546	573
Total Future Risk**	643	902	1296

** Risk from 2014 to the end of the expected lifetime

Εικόνα 6: Παράδειγμα 2, τα αποτελέσματα. Παρατηρούμε ότι από 1986 μέχρι το τέλος της ζωής του θα έχει μέση πιθανότητα 0,466% παραπάνω από τους συνομήλικούς του να εμφανίσει καρκίνο στον εγκέφαλο, ενώ από το 2014 μέχρι το τέλος της ζωής του η μέση πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου παραπάνω από τους συνομήλικούς του είναι 0,357%, με συνολική μέση πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου στον εγκέφαλο 0,902%.

5. Τύποι βλαβών DNA

Η τυχαία εναπόθεση ενέργειας από την ιοντίζουσα ακτινοβολία προκαλεί μία ποικιλία από βλάβες DNA. Αυτές μπορεί να είναι το σπάσιμο της μίας αλυσίδας του DNA (single strand break, SSB), μία δίκλωνη θραύση DNA (double strand breaks, DSB), παραγωγή οξειδωμένων βάσεων (oxidized bases) και απουρινικών ή απυριμιδινικών (abasic, AP) θέσεων⁽¹²⁾. Η ιοντίζουσα ακτινοβολία προκαλεί, όπως αναφέραμε στα προηγούμενα, βλάβες στο DNA με άμεσο ιοντισμό ή με τη δημιουργία υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2), που επιτίθεται στο DNA και παράγει έμμεσα τις παραπάνω βλάβες. Εκτός από τις βλάβες που μπορεί να δημιουργηθούν κατά την διάρκεια της ακτινοβολήσης, μπορεί να εμφανιστούν 'έμμεσες' βλάβες μετά από αυτήν, ως αποτέλεσμα των προσπαθειών επιδιόρθωσης από τον οργανισμό, όπως π.χ. SSBs ή DSBs. Σε κάθε έναν από τους δύο κλώνους της αλυσίδας του DNA μπορούν να εμφανιστούν δύο ή περισσότερες βλάβες, του ίδιου ή διαφορετικού τύπου. Αυτό συμβαίνει από μία ακτίνα (γεγονός εναπόθεσης ενέργειας) και όχι από πολλαπλές, δηλαδή μία ακτίνα προκαλεί πολλαπλές βλάβες, είτε άμεσα είτε έμμεσα. Όλες αυτές οι συγκεντρωμένες, διαφορετικές βλάβες DNA ονομάζονται DNA clusters (ομαδοποιημένες βλάβες DNA) και μπορεί να περιλαμβάνουν SSB με ποικίλες μορφές, οξειδωμένες βάσεις ή αβασικά σημεία (AP sites-apurinic/apyrimidinic sites). Γενικά οι ομαδοποιημένες βλάβες DNA χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα DSBs και τα non-DSBs. Ακόμα και σε δόσεις χαμηλότερες του ενός Gy (που είναι κυρίως οι δόσεις με τις οποίες θα δούμε σε αυτή την εργασία), η ιοντίζουσα ακτινοβολία είναι ικανή να δημιουργήσει τις παραπάνω βλάβες, είτε μεμονωμένες είτε σε μορφή ομαδοποιημένων βλαβών⁽³⁾.

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με δύο τύπους ομαδοποιημένων βλαβών DNA: **DSBs** και **OCDLs** με δύο διαφορετικούς ενζυματικούς ανιχνευτές, **FPG** και **ENDOIII**. Τα *DSB* είναι τα double strand breaks, δηλαδή το σπάσιμο και των δύο κλώνων της αλυσίδας του DNA. *OCDLs* είναι η συντομογραφία του non-DSB Oxidatively Generated clustered DNA Lesions, δηλαδή ομαδοποιημένες βλάβες DNA που έχουν δημιουργηθεί από οξείδωση. Τα αρχικά FPG σημαίνουν formamidopyrimidine DNA glycosylase, δηλαδή φορμαμιδοπυριμιδίνη DNA γλυκοζυλάση και είναι ένα βακτηριδιακό επιδιορθωτικό ένζυμο του οργανισμού *Escherichia coli* που χρησιμοποιείται κυρίως για την ανίχνευση οξειδωμένων DNA βάσεων πουρίνων⁽¹³⁾. Τα αρχικά ENDO III σημαίνουν endonuclease III, δηλαδή ενδονουκλεάση III, και είναι επίσης ένα

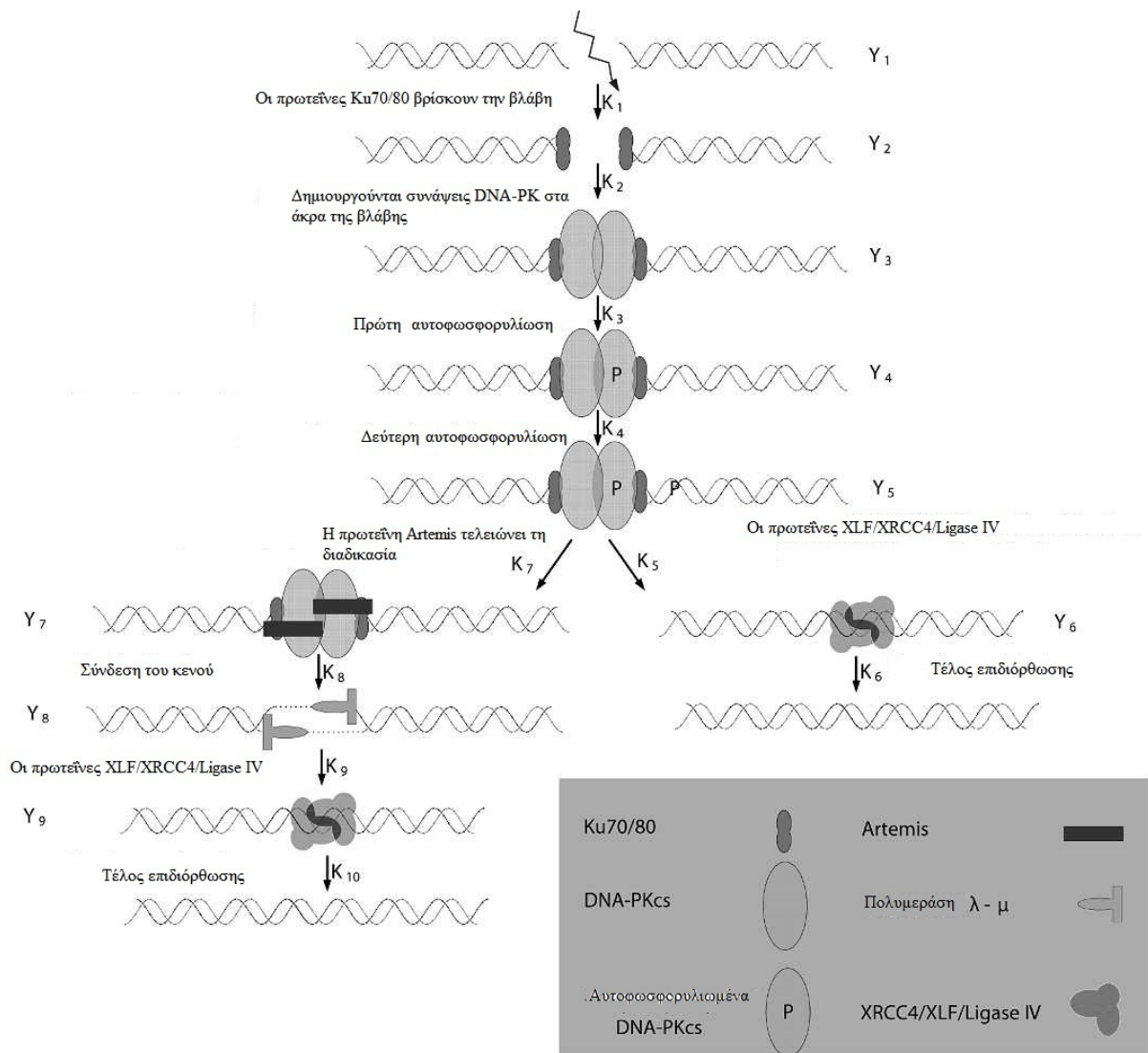
επιδιορθωτικό ένζυμο του βακτηρίου *Escherichia coli* και χρησιμοποιείται κυρίως για την ανίχνευση οξειδωμένων DNA βάσεων πυριμιδινών ⁽¹⁶⁾. Οι συγκεκριμένοι ενζυματικοί ανιχνευτές χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση OCDLs μέσω ηλεκτροφορητικών τεχνικών και έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν την ικανότητα του κυττάρου να επιδιορθώνει τις βλάβες⁽³⁾.

5.1. Επιδιόρθωση βλαβών DNA

Στην πορεία της εξέλιξης των ειδών οι οργανισμοί έχουν αναπτύξει μηχανισμούς που διευκολύνουν την επιδιόρθωση των βλαβών του DNA. Για τα διάφορα είδη μεμονωμένων βλαβών, το κύτταρο διαθέτει έναν ή περισσότερους επιδιορθωτικούς μηχανισμούς. Σε καθέναν από αυτούς εμπλέκονται συγκεκριμένα γονίδια, τα οποία κωδικοποιούν τις ομώνυμες πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες είναι τα εργαλεία και τα υλικά του κάθε μηχανισμού.

5.1.1. Επιδιόρθωση Δίκλωνων Θραύσεων

Η διαδικασία της επιδιόρθωσης γίνεται αμέσως μετά την ακτινοβόληση. Θεωρούμε επίσης ότι καμία επισκευή δεν έχει γίνει κατά την διάρκεια της ακτινοβόλησης, αν και η επιδιόρθωση ξεκινά αμέσως μετά την εμφάνιση της βλάβης. Για την επιδιόρθωση των δίκλωνων θραύσεων του DNA DSBs το κύτταρο διαθέτει δύο μηχανισμούς: τον ομόλογο ανασυνδυασμό (*homologous recombination*) και τη μη-ομόλογη σύνδεση άκρων (*non homologous end joining*). Στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει ο δεύτερος μηχανισμός. Η διαδικασία λοιπόν, ξεκινάει με το πρωτεϊνικό σύμπλοκο Ku70/80 το οποίο εντοπίζει το σημείο όπου υπάρχει η ζημιά. Στις άκρες του κατεστραμμένου DNA δημιουργούνται συνάψεις με την DNA-PK. Αυτές οδηγούν στην πρώτη και δεύτερη αυτοφωσφορυλίωση. *Αυτοφωσφορυλίωση* είναι η διαδικασία κατά την οποία προστίθεται μία φωσφορική ομάδα στα κατάλοιπα της σερίνης, θρεονίνης ή τυροσίνης μέσα στις πρωτεΐνες κινάσες. Η πρωτεΐνη Artemis τελειώνει τη διαδικασία όταν χρειαστεί. Στο τέλος της είτε θα ενεργοποιηθούν οι πρωτεΐνες XLF/XRCC4/Ligase IV, αν έχει επιδιορθωθεί πλήρως η ζημιά, είτε θα προηγηθεί ένα βήμα, με σκοπό τη σύνδεση του κενού ανάμεσα στο σπάσιμο της αλυσίδας.. Η εικόνα 3 δείχνει τις παραπάνω διεργασίες στην επιδιόρθωση μία βλάβης τύπου DSB.



Εικόνα 7: Σχηματική αναπαράσταση του μηχανισμού επιδιόρθωσης δίκλωνων θραύσεων DSBs «μη-ομόλογη σύνδεση άκρων»⁽⁴⁾

Οι διαδικασίες επιδιόρθωσης των DSBs, όπως φαίνεται από την εικόνα 3 χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις γρήγορες, που τελειώνουν σε περίπου 1 ώρα και τις αργές που μπορεί να χρειαστούν περισσότερο χρόνο

5.1.2. Επιδιόρθωση SSBs-OCDLs

Μιλώντας για τις μεμονωμένες βλάβες DNA, (εκτός των DSBs) οι οποίες όταν συντρέχουν σε μια κοντινή περιοχή της δίκλωνης αλυσίδας δημιουργούν μία ομαδοποιημένη βλάβη, μπορούμε να διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις⁽¹⁵⁾:

A) βλάβες βάσεων (οξειδωση, αλκυλίωση, υδρόλυση)

B) μονόκλωνη θραύση του DNA SSB (θραύση του φωσφοδιεστερικού δεσμού που ενώνει νουκλεοτίδια)

Γ) λανθασμένο (μη συμπληρωματικό) ταίριασμα βάσεων (mismatch error)

Τόσο στην περίπτωση που κάποια βάση έχει βλάβη, όσο και την περίπτωση της μονόκλωνης θραύσης οι μηχανισμοί επιδιόρθωσης είναι δύο: ο BER και ο NER. Ο μηχανισμός εκτομής βάσης και ο μηχανισμός εκτομής νουκλεοτιδίων. Για τις ανάγκες τις παρούσας εργασίας αναλύεται ο μηχανισμός εκτομής βάσης για τον οποίο έχουν προσδιοριστεί πειραματικά δύο εναλλακτικές διαδρομές του.

Ο BER ξεκινάει με τις DNA γλυκοζυλάσες που αναγνωρίζουν και απομακρύνουν τις κατεστραμμένες βάσεις. Στο σημείο αυτό έχουμε τη δημιουργία ενός αβασικού σημείου. Τα αβασικά σημεία με τη σειρά τους διασπώνται μέσω της πρωτεΐνης AP endonuclease η οποία «επιτίθεται» υδρευτικά διασπώντας τον φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η προκύπτουσα μονόκλωνη θραύση επεξεργάζεται περαιτέρω μέσω του μικρού ή του μεγάλου μονοπατιού (*short or long pathway*). Στο μικρό μονοπάτι ένα και μόνο νουκλεοτίδιο αντικαθιστάται, ενώ στο μεγάλο συντίθενται 2 έως 10 νέα νουκλεοτίδια.

Στη περίπτωση του μικρού μονοπατιού (Short pathway) χρησιμοποιούνται οι πολυμεράσεις PARP-1 ή PARP-2, Poly ADP-ribose Polymerase, που αναγνωρίζουν το σπάσιμο του ενός κλώνου της αλυσίδας DNA (SSBs). Ενώνονται με αυτά και λειτουργούν σαν σήματα για να έρθουν άλλες πρωτεΐνες και συνεισφέρουν στη διαδικασία της επιδιόρθωσης. Οι πρωτεΐνες που έρχονται είναι η DNA λιγάση III (LigIII), η DNA πολυμεράση β (polβ), και οι πρωτεΐνες κριώματος, όπως είναι το X-ray cross complementing gene 1 (XRCC1). Η DNA

πολυμεράση εισάγει τη σωστή βάση και η DNA λιγάση ενώνει τον κλώνο της αλυσίδας. Ο ρόλος του XRCC1 είναι να κρατάει ενωμένο το υπό επιδιόρθωση συγκρότημα.

Στη περίπτωση του μεγάλου μονοπατιού (Long pathway) εμπλέκονται περισσότερες πρωτεΐνες από τις προαναφερθείσες. Η πρωτεΐνη XRCC1 φέρνει την APE1 (απουρινική/απυριδιμινική ενδονουκλεάση) στο σημείο της βλάβης, όπου θα χρησιμοποιήσει τη δραστηριότητα της AP-λυάσης για τη διάσπαση του 5' άκρου του φωσφοδιεστερικού δεσμού. Ο παράγοντας αντιγραφής FRC (Replication Factor C) φέρνει το αντιγόνο PCNA (Proliferating Cell Nuclear Antigen) και τις DNA πολυμεράσεις δ ή β . Οι DNA πολυμεράσεις εκτοπίζουν από 2 έως 8 νουκλεοτίδια από το κατεστραμμένο χώρο και την ίδια στιγμή πολυμερίζονται με συμπληρωματικότητα που εξαρτάται από το PCNA. Αργότερα, ένα περύγιο ενδονουκλεάση (flap endonuclease, FEN1) διασπά το εκτοπισμένο "ολιγονουκλεοτίδιο". Τέλος, η DNA λιγάση I σφραγίζει τα νέα ενσωματωμένα νουκλεοτίδια

Πειράματα έχουν δείξει ότι η μείωση των βλαβών με τον χρόνο, η επιδιόρθωσή τους δηλαδή, είναι εκθετική και έχει την γενική μορφή:

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-at}$$

Όπου :

- $I(t)$ είναι οι βλάβες μετά από χρόνο t
- I_0 είναι οι βλάβες την αρχική στιγμή $t=0$
- a είναι η χρονική σταθερά, που εξαρτάται από τον τύπο της βλάβης και από τον τύπο του κυττάρου.

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται οι χρονικές σταθερές για τρεις διαφορετικούς τύπους κυττάρων (MCF-10A, MCF-7, HCC1937) και τρεις διαφορετικούς τύπους βλαβών. Εύκολα μπορούμε να παρατηρήσουμε από τις σταθερές, (και φαίνεται ακόμα πιο πολύ από τους πίνακες των αποτελεσμάτων) ότι η επιδιόρθωση σε υγιή κύτταρα είναι πιο γρήγορη από την επιδιόρθωση των καρκινικών κυττάρων. Επίσης, για τον ίδιο τύπο κυττάρου, η ταχύτητα της επιδιόρθωσης επηρεάζεται από τον τύπο της βλάβης DNA. Στα υγιή κύτταρα για βλάβες τύπου DSB μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ο παραπάνω τύπος έχει δύο εκθετικά (δες πίνακα 4), γιατί η γρήγορη και η αργή επιδιόρθωση έχουν μεγάλη απόκλιση. Για όλες τις άλλες περιπτώσεις δεν υπάρχει τόσο μεγάλη διαφορά, οπότε είναι σωστό να θεωρήσουμε ότι η επιδιόρθωση γίνεται εκθετικά με τον χρόνο.

6. Μεθοδολογία και Διαδικασία

6.1 Μεθοδολογία

Σκοπός της εργασίας είναι ο υπολογισμός των απορροφούμενων δόσεων και των βλαβών DNA που αυτές επάγουν, χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις Monte Carlo, μετά από ολόσωμη έκθεση σε ακτίνες γ από ^{137}Cs . Υπάρχει μία σχέση μεταξύ της απορροφούμενης δόσης και του αριθμού των βλαβών στο DNA που αυτή δημιουργεί. Ο αριθμός αυτός εξαρτάται από το είδος της ακτινοβολίας, τον τύπο της βλάβης και από τον τύπο του κυττάρου που ακτινοβολείται. Έχουν γίνει αρκετές έρευνες^{(4),(14)} που έχουν υπολογίσει αυτήν την σχέση, καθώς και την εκθετική μείωση των βλαβών του DNA με τον χρόνο. Πρώτα υπολογίστηκε η δόση σε κάθε όργανο μετά από ολόσωμη έκθεση, για διαφορετικές τιμές επιφανειακής έκθεσης και για διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι αρχικές βλάβες DNA σε κάθε ένα όργανο, για κάθε διαφορετική τιμή επιφανειακής έκθεσης και χρόνου έκθεσης. Τέλος, με την εφαρμογή των κατάλληλων τύπων παρουσιάζεται η εκθετική μείωση των βλαβών DNA, μετά το πέρας ορισμένων χρονικών διαστημάτων. Αν και η επιδιόρθωση των βλαβών DNA ξεκινάει πριν ακόμα τελειώσει η ακτινοβόληση, (ξεκινάει μόλις δημιουργηθεί η πρώτη βλάβη), στην παρούσα εργασία θα υποθέσουμε ότι ξεκινάει την στιγμή που σταματάει η έκθεση τους ασθενή.

6.2. Διαδικασία

Αρχικά τρέξαμε στο λογισμικό VMC de προσομοιώσεις για πολλές διαφορετικές τιμές επιφανειακής έκθεσης σε ^{137}Cs , με τιμές από 10kBq/m^2 έως $2.000.000\text{kBq/m}^2$, για έκθεση διάρκειας μίας μέρας και μίας εβδομάδας. Η τιμή των 10kBq/m^2 επιλέχθηκε σαν ένα κατώτατο όριο, για να έχουμε και μία άποψη για την απορροφούμενη δόση κάτω από το ελάχιστο επιτρεπτό όριο που είχαν δώσει τότε, τα 37kBq/m^2 . Η τιμή των 37kBq/m^2 ήταν το όριο της επιφανειακής έκθεσης για την μεγάλη ζώνη ελέγχου ραδιενέργειας μετά το ατύχημα στο Chernobyl. Η τιμή των 555kBq/m^2 ήταν το όριο της επιφανειακής έκθεσης για την μικρή ζώνη ελέγχου ραδιενέργειας. Οι τιμές των $1.000.000\text{kBq/m}^2$ και $2.000.000\text{kBq/m}^2$ επιλέχθηκαν για να έχουμε δεδομένα με απορροφούμενη δόση κοντά στο 1Gy , καθότι η δόση αυτή είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη από τους πειραματιστές και δίνει μία αίσθηση για δόσεις ακτινοθεραπείας, οι οποίες είναι συνήθως $1,5\text{-}2\text{ Gy}$ ανά συνεδρία. Για κάθε μία τιμή επιφανειακής έκθεσης και για δύο διαφορετικούς χρόνους έκθεσης (μία μέρα και μία εβδομάδα) χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό, κάνοντας $10.000.000$ προσομοιώσεις, για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα. Το λογισμικό υπολόγισε την απορροφούμενη δόση σε ολόκληρο το σώμα, καθώς και σε είκοσι διαφορετικά όργανα, και τα εμφάνισε όπως φαίνεται στην εικόνα 6. Στη δημοσίευση *Francisco et al*⁽¹⁴⁾ δίνονται οι πειραματικές σταθερές για τον υπολογισμό των αρχικών βλαβών DNA για δεδομένες τιμές απορροφούμενης δόσης με τη μορφή αριθμός OCDLs/Gy/Gbp DNA. Επίσης δίνονται και οι αντίστοιχες τιμές για την εκθετική μείωση των βλαβών. Στη δημοσίευση *Taleei and Nikjoo* (2003)⁽⁴⁾ αναφέρεται ότι λόγω της πολυπλοκότητας της επιδιόρθωσης βλαβών DNA τύπου DSB, θα πρέπει η μείωση τους να υπολογίζεται με διπλό εκθετικό, και παρέχουν τις σταθερές που χρειάζονται για αυτό τον υπολογισμό. Στον πίνακα 4 είναι όλοι οι τύποι από τις παραπάνω δημοσιεύσεις. Έχουμε υποθέσει ότι κάθε διπλοειδές κύτταρο έχει μήκος DNA ίσο με 6.4 Gbp , που είναι η μέση τιμή για ένα διπλοειδές κύτταρο με 46 χρωμοσώματα.

Πολλαπλασιάζοντας την απορροφούμενη δόση με τον κατάλληλο συντελεστή υπολογίσαμε τον αριθμό των αρχικών βλαβών DNA, για τρεις διαφορετικές βλάβες και για τρία διαφορετικά είδη κυττάρων. Να σημειώσουμε εδώ ότι οι υπολογισμοί είναι κατά προσέγγιση. Οι συντελεστές που έχουμε αντιστοιχούν σε τρία συγκεκριμένα είδη ανθρώπινων κυττάρων (γυναικείου μαστού), αλλά εμείς τους εφαρμόσαμε σε είκοσι διαφορετικά είδη. Στη συνέχεια

υπολογίσαμε την εκθετική μείωση των βλαβών DNA μετά τέσσερις χρονικές περιόδους, μία ώρα, τρεις ώρες, μία μέρα και μία εβδομάδα.

Τύπος κυττάρου	DSB	
	Αρχικές βλάβες (I)	Εκθετικός τύπος
MCF-10A	64xdose	$0.80 \cdot I \cdot e^{-3.17 \cdot t} + 0.19 \cdot I \cdot e^{-0.134 \cdot t}$
MCF-7	64xdose	$I \cdot e^{-0.047 \cdot t}$
HCC1937	74.11xdose	$I \cdot e^{-0.028 \cdot t}$
	OCDL με FPG	
	Αρχικές βλάβες (I)	Εκθετικός τύπος
MCF-10A	48xdose	$I \cdot e^{-0.086 \cdot t}$
MCF-7	64xdose	$I \cdot e^{-0.045 \cdot t}$
HCC1937	53.18xdose	$I \cdot e^{-0.033 \cdot t}$
	OCDL με ENDO III	
	Αρχικές βλάβες (I)	Εκθετικός τύπος
MCF-10A	40.32xdose	$I \cdot e^{-0.079 \cdot t}$
MCF-7	47.36xdose	$I \cdot e^{-0.071 \cdot t}$
HCC1937	58.88xdose	$I \cdot e^{-0.055 \cdot t}$

Πίνακας 4

Πίνακας 4: Οι δόσεις (dose σε Gy) έχουν υπολογιστεί με προσομοίωση στο Visual Monte Carlo Dose Calculation (δες παρακάτω). Το αρχικό πλήθος (I) των βλαβών (σε # βλάβες per cell) και η χρονική εξέλιξη (ο χρόνος t είναι σε ώρες) έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με τους παραπάνω τύπους

6.3. Πρόγραμμα προσομοίωσης Visual Monte Carlo dose calculation

Η μέθοδος Monte Carlo είναι μία σειρά από υπολογιστικούς αλγορίθμους, που στηρίζονται στην επανάληψη για να βγάλουν αριθμητικά αποτελέσματα.⁽¹⁷⁾ Τυπικά κάποιος θα κάνει προσομοιώσεις πολλές φορές για να αποκτήσει μία κατανομή του αποτελέσματος. Το όνομα της προέρχεται από την ομοιότητα της τεχνικής με τα τυχερά παιχνίδια σε ένα πραγματικό καζίνο.

Χρησιμοποιείται στη Φυσική και τα Μαθηματικά όταν είναι δύσκολο να επιτευχθεί ένα αποτέλεσμα κλειστής μορφής. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε τρεις κατηγορίες προβλημάτων:

- βελτιστοποίηση
- αριθμητική ολοκλήρωση και
- παραγωγή κλήρων από μία κατανομή πιθανοτήτων.

Οι εφαρμογές της μεθόδου είναι πάρα πολλές. Στα φυσικά προβλήματα χρησιμοποιείται για να προσομοιώσει συστήματα με πολλούς βαθμούς ελευθερίας, για την μελέτη κυτταρικών δομών και για τον υπολογισμό της ακτινοβολίας στους ιστούς μετά από έκθεση σε κάποιο ραδιενεργό υλικό και άλλα.

Για την παρούσα εργασία θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα VMC dc, **Visual Monte Carlo dose calculation**. Είναι ένα πρόγραμμα φτιαγμένο για να προσομοιώνει, μέσω μαθηματικών πράξεων, φωτόνια. Τα φωτόνια, μήκους κύματος ακτινών γ ή ακτινών X, έχουν αρκετή ενέργεια για να προκαλέσουν ιοντισμό στα μόρια που αποτελούν το ανθρώπινο σώμα. Τα φωτόνια αντιδρούν με τους ανθρώπινους ιστούς με το *φωτοηλεκτρικό φαινόμενο*, το *φαινόμενο Compton* και τη *δίδυμη γένεση*. Η μαθηματική προσομοίωση αναπαράγει όσο πιο καλά γίνεται τις πραγματικές αλληλεπιδράσεις με τα φωτόνια. Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται ενέργειες φωτονίων από 10keV έως 3MeV. Σαν αποτέλεσμα του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και του φαινομένου Compton δημιουργούνται ηλεκτρόνια, τα οποία έχουν μέγιστη εμβέλεια στους ανθρώπινους ιστούς τέσσερα χιλιοστά για ενέργεια ίση με 1 MeV.

Τα μαθηματικά προσομοιωμένα φωτόνια διαπερνούν ένα «μαθηματικό» ανθρώπινο σώμα, που ονομάζεται πρόπλασμα (*phantom* ή *mathematical simulator*). Σε αυτό το πρόγραμμα,

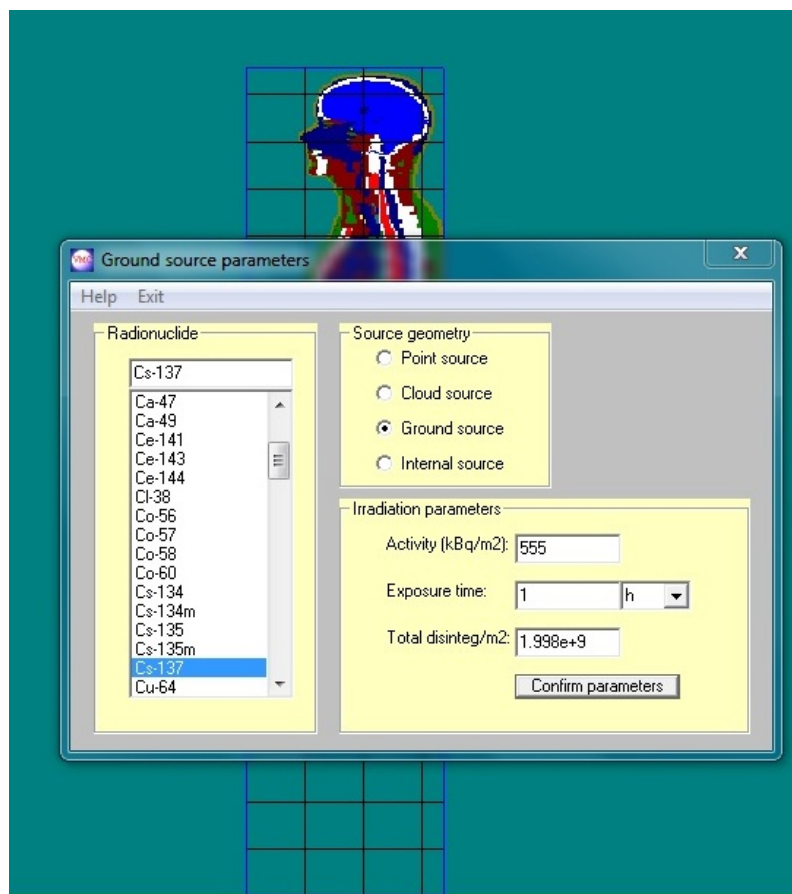
το ανθρώπινο σώμα αντιπροσωπεύεται από ένα σύνολο κυβικών και ορθογώνιων τομών, που ονομάζονται ογκοστοιχεία (*voxels*). Κάθε πρόπλασμα μπορεί να έχει διαφορετικό μέγεθος ογκοστοιχείου, αλλά κάθε πρόπλασμα είναι φτιαγμένο από ογκοστοιχεία του ίδιο μεγέθους. Κάθε ογκοστοιχείο έχει μία μοναδική θέση μέσα στο πρόπλασμα και έναν δικό του αριθμό, που αντιστοιχεί σε ποιον ιστό αντιπροσωπεύει το ογκοστοιχείο.

Η εξέλιξη του ελεύθερου προγράμματος VMC dose calculation ξεκίνησε το 1999 στο IRD (Instituto de Radioprotecao e Dosimetria, δηλαδή το Ινστιτούτο Ραδιοπροστασίας και Δοσιμετρίας του Rio de Janeiro στη Βραζιλία), και η τελευταία του έκδοση βγήκε το 2005. Χρησιμοποιείται για να υπολογίσει μαθηματικά τη ραδιενέργεια που λαμβάνει το ανθρώπινο σώμα από διάφορες πηγές, είτε είναι από ένα σημείο, είτε είναι από το έδαφος, είτε είναι από ένα σύννεφο, είτε είναι εσωτερικές πηγές. Υπολογίζει την ισοδύναμη δόση στους ιστούς και την απορροφούμενη δόση.

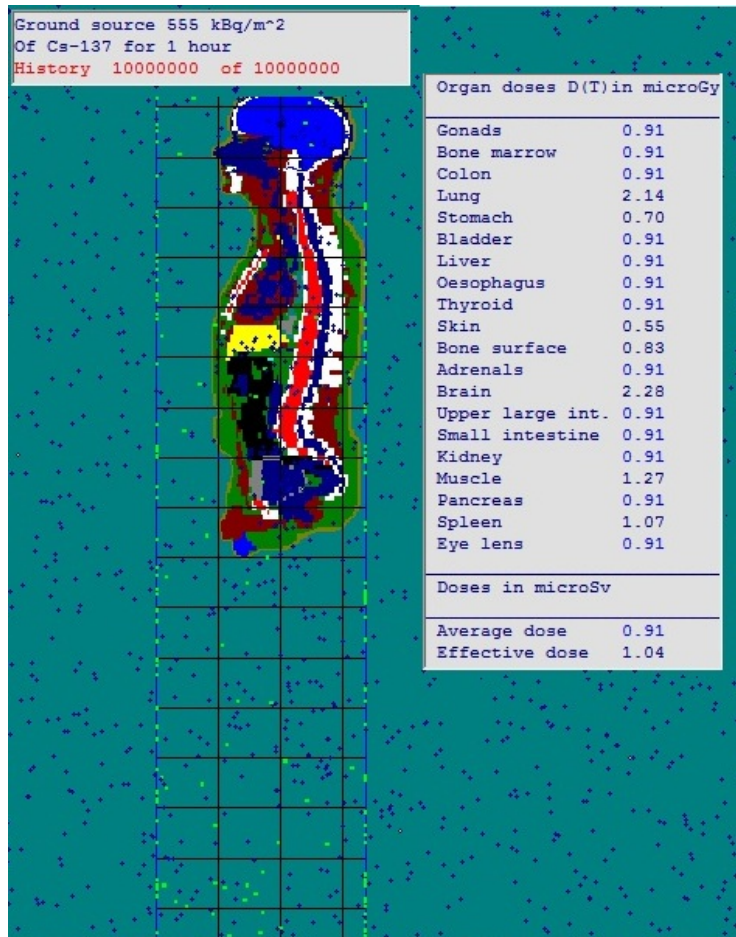
Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για να εκτιμήσουμε γρήγορα τη δόση από ραδιενεργές πηγές σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή σε ατυχήματα. Το VMC dose calculation έχει επικυρωθεί (από το Ινστιτούτο Ραδιοπροστασίας και Δοσιμετρίας του Rio de Janeiro) με σύγκριση των αποτελεσμάτων από το πρόγραμμα με τις δόσεις που μετριοούνται σε φυσικά προπλάσματα τύπου Alderson, και με άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων με χρήση άλλων προγραμμάτων Monte Carlo, όπως είναι το EGSnrc και το MCNP. Τα φυσικά προπλάσματα τύπου Aderson χρησιμοποιούνται πάνω από 30 χρόνια, παρέχουν τη δυνατότητα της άμεσης μέτρησης της απορροφούμενης δόσης για δεδομένη έκθεση ακτινοβολίας. Το λογισμικό EGSnrc (Electron Gamma Shower από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας του Καναδά, National Research Council) είναι ένα λογισμικό που βασίζεται σε μεθόδους Monte Carlo για να υπολογίσει το πέρασμα ηλεκτρονίων και ακτίνων γ μέσα από την ύλη. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για εφαρμογές ιατρικής φυσικής, όπως είναι η ανίχνευση ραδιενέργειας, η δημιουργία της ανατομίας ενός ασθενή χρησιμοποιώντας ακτίνες X ή η παράδοση μίας συνταγογραφούμενης δόσης ραδιενέργειας σε έναν όγκο, διαφυλάσσοντας τον υγιή ιστό ⁽¹⁸⁾. Το μειονέκτημά του είναι ότι απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού από τον χειριστή του. Ο κώδικας MCNP (Monte Carlo N-Particle, του Los Alamos National Laboratory) χρησιμοποιείται για μεταφορά στον άνθρωπο νετρονίων, φωτονίων και ηλεκτρονίων, με εφαρμογές στη ραδιοπροστασία, στη δοσιμετρία, στη ραδιογραφία, στην ιατρική φυσική και αλλού. Είναι ένα εργαλείο πολλαπλών χρήσεων, αλλά

απαιτεί από τον χρήστη την γνώση προγραμματισμού και πολλών παραμέτρων, καθιστώντας χρονοβόρα την εφαρμογή του.⁽¹⁹⁾

Ακολουθεί ένα παράδειγμα χρήσης του λογισμικού, για τον υπολογισμό των δόσεων σε ανθρώπινους ιστούς μετά από μία ώρα, ολόσωμης έκθεσης σε επιφανειακή πηγή 555kBq/m² Cs137, με 10.000.000 επαναλήψεις.



Εικόνα 8: Επιλογή ισότοπου και παραμέτρων έκθεσης για να αρχίσει η προσομοίωση.



Εικόνα 9: Τέλος της προσομοίωσης μετά από 10.000.000 επαναλήψεις

```

File Edit Format View Help
Visual Monte Carlo project : paradeigma
-----
Ground source.
555 kBq/m^2
of Cs-137
Exposure time: 1 hour
10000000 nuclear transformations simulated
Date : 10-Feb-14 Run started at 4:09:08 PM Run ended at 4:13:51 PM
-----
organ doses D(T)in microGy
-----
Gonads                0.91
Bone marrow           0.91
Colon                 0.91
Lung                  2.14
Stomach               0.70
Bladder               0.91
Liver                 0.91
Oesophagus            0.91
Thyroid               0.91
Skin                  0.55
Bone surface           0.83
Adrenals              0.91
Brain                 2.28
Upper large int.      0.91
Small intestine       0.91
Kidney                0.91
Muscle                1.27
Pancreas              0.91
Spleen                1.07
Eye lens              0.91
-----
Hp(10)                0.91 microSv
Effective dose         1.04 microSv
-----
Use Courier font for correct visualization.
The data can be cut and pasted to Excel or other spreadsheets.
-----

```

Εικόνα 10: Τα αποτελέσματα της παραπάνω προσομοίωσης. Εκτός από την δόση σε κάθε όργανο (σε microGy), έχουμε και μία τιμή για την ισοδύναμη δόση (microSv).

6.4. Τύποι κυττάρων

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μεγάλη σημασία στην επιδιόρθωση των βλαβών DNA σε ένα κύτταρο έχει το ίδιο το κύτταρο. Ο τύπος του κυττάρου επηρεάζει την ταχύτητα της επιδιόρθωσης, καθώς και το πόσο σημαντική θα είναι η βλάβη. Επίσης ανάλογα με τον τύπο του κυττάρου έχει σημασία αν θα επιδιορθωθεί εγκαίρως, ή και καθόλου. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με τρεις διαφορετικούς τύπους κυττάρων: MCF-10A, MCF-7 και HCC1937. Τις παραμέτρους από αυτά τα συγκεκριμένα κύτταρα θα τις χρησιμοποιήσουμε για τον προσδιορισμό των βλαβών και σε άλλου είδους κύτταρα. Για τον υπολογισμό των βλαβών DNA ανά κύτταρο χρησιμοποιούμε την τιμή για το ολικό μήκος DNA σε γιγαβάσεις Gbp = 6,4 Gbp, όπου αυτή η μέση τιμή αναφέρεται σε ένα διπλοειδές κύτταρο με 46 χρωμοσώματα. Βέβαια γνωρίζουμε ότι οι τιμές αυτές μπορεί να είναι μεγαλύτερες στην περίπτωση π.χ. καρκινικών κυττάρων, όπου ο αριθμός των χρωμοσωμάτων μπορεί να φθάσει ή και να ξεπεράσει τα 90-100 ανά κύτταρο.

Τα MCF-10A κύτταρα είναι ανθρώπινα, υγιή επιθηλιακά κύτταρα μαστού, από γυναίκα ηλικίας 36 ετών.⁽²⁰⁾

Τα MCF-7 κύτταρα είναι ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα μαστού, από γυναίκα ηλικίας 69 ετών.⁽²¹⁾

Τα HCC1937 είναι ανθρώπινα, καρκινικά επιθηλιακά κύτταρα μαστού, από γυναίκα ηλικίας 23 ετών.⁽²²⁾

7. Αποτελέσματα

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τέσσερις τιμές επιφανειακής έκθεσης, 37kBq/m^2 , 555kBq/m^2 , $1.000.000\text{kBq/m}^2$ και $2.000.000\text{kBq/m}^2$. Οι δύο πρώτες τιμές είναι οι τιμές που είχαν τεθεί σαν όριο στις δύο ζώνες ασφαλείας (μεγάλη και μικρή ζώνη αντίστοιχα) μετά το πυρηνικό ατύχημα του Chernobyl. Οι δύο τελευταίες τιμές είναι οι μεγαλύτερες για τις οποίες έτρεξε η προσομοίωση, και για έκθεση μίας εβδομάδας έχουν ισοδύναμη δόση μερικών εκατοντάδων mSv.

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **37KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Μυελός οστών	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Παχύ έντερο	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Πνεύμονας	2.35*10-06	0.00015	3.09*10-05	1.87*10-05	7.22*10-07	1.48*10-16
Στομάχι	1.99*10-06	0.000127	2.62*10-05	1.58*10-05	6.12*10-07	1.26*10-16
Κύστη	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Συκώτι	3.09*10-06	0.000198	4.06*10-05	2.46*10-05	9.50*10-07	1.95*10-16
Οισοφάγος	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Θυροειδής	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Δέρμα	1.95*10-06	0.000125	2.56*10-05	1.55*10-05	5.99*10-07	1.23*10-16
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	0.000279	5.73*10-05	3.47*10-05	1.34*10-06	2.75*10-16
Επινεφρίδια	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Εγκέφαλος	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	9.92*10-05	2.04*10-05	1.23*10-05	4.76*10-07	9.79*10-17
Μικρό έντερο	1.57*10-06	0.0001	2.06*10-05	1.25*10-05	4.83*10-07	9.92*10-17
Νεφρό	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Μυς	1.75*10-06	0.000112	2.30*10-05	1.39*10-05	5.38*10-07	1.11*10-16
Πάγκρεας	2.95*10-06	0.000189	3.88*10-05	2.35*10-05	9.07*10-07	1.86*10-16
Σπλήνα	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16
Φακός ματιού	1.85*10-06	0.000118	2.43*10-05	1.47*10-05	5.69*10-07	1.17*10-16

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **37KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Μυελός οστών	8.86*10-06	0.000567	1.16*10-04	7.05*10-05	2.72*10-06	5.60*10-16
Παχύ έντερο	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Πνεύμονας	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Στομάχι	2.08*10-05	0.001334	2.74*10-04	1.66*10-04	6.41*10-06	1.32*10-15
Κύστη	9.34*10-06	0.000598	1.23*10-04	7.43*10-05	2.87*10-06	5.90*10-16
Συκώτι	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Οισοφάγος	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Θυροειδής	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Δέρμα	1.72*10-05	0.001102	2.26*10-04	1.37*10-04	5.29*10-06	1.09*10-15
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	0.000745	1.53*10-04	9.26*10-05	3.58*10-06	7.35*10-16
Επινεφρίδια	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Εγκέφαλος	1.08*10-05	0.000689	1.41*10-04	8.56*10-05	3.31*10-06	6.80*10-16
Μεγάλο παχύ έντερο.	2.21*10-05	0.001414	2.90*10-04	1.76*10-04	6.79*10-06	1.40*10-15
Μικρό έντερο	2.23*10-05	0.001429	2.93*10-04	1.78*10-04	6.86*10-06	1.41*10-15
Νεφρό	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Μυς	1.40*10-05	0.000895	1.84*10-04	1.11*10-04	4.30*10-06	8.83*10-16
Πάγκρεας	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16
Σπλήνα	3.81*10-05	0.002436	5.00*10-04	3.03*10-04	1.17*10-05	2.40*10-15
Φακός ματιού	1.56*10-05	0.000998	2.05*10-04	1.24*10-04	4.80*10-06	9.85*10-16

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **37KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-7**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Μυελός οστών	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Παχύ έντερο	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Πνεύμονας	2.35*10-06	1.50*10-04	1.43*10-04	1.31*10-04	4.87*10-05	5.60*10-08
Στομάχι	1.99*10-06	1.27*10-04	1.22*10-04	1.11*10-04	4.12*10-05	4.74*10-08
Κύστη	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Συκώτι	3.09*10-06	1.98*10-04	1.89*10-04	1.72*10-04	6.40*10-05	7.36*10-08
Οισοφάγος	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Θυροειδής	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Δέρμα	1.95*10-06	1.25*10-04	1.19*10-04	1.08*10-04	4.04*10-05	4.65*10-08
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	2.79*10-04	2.66*10-04	2.42*10-04	9.03*10-05	1.04*10-07
Επινεφρίδια	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Εγκέφαλος	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	9.92*10-05	9.46*10-05	8.62*10-05	3.21*10-05	3.69*10-08
Μικρό έντερο	1.57*10-06	1.00*10-04	9.59*10-05	8.73*10-05	3.25*10-05	3.74*10-08
Νεφρό	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Μυς	1.75*10-06	1.12*10-04	1.07*10-04	9.73*10-05	3.63*10-05	4.17*10-08
Πάγκρεας	2.95*10-06	1.89*10-04	1.80*10-04	1.64*10-04	6.11*10-05	7.03*10-08
Σπλήνα	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08
Φακός ματιού	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	3.83*10-05	4.41*10-08

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **37KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-7**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Μυελός οστών	8.86*10-06	5.67*10-04	5.41*10-04	4.92*10-04	1.84*10-04	2.11*10-07
Παχύ έντερο	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Πνεύμονας	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Στομάχι	2.08*10-05	1.33*10-03	1.27*10-03	1.16*10-03	4.32*10-04	4.96*10-07
Κύστη	9.34*10-06	5.98*10-04	5.70*10-04	5.19*10-04	1.93*10-04	2.23*10-07
Συκώτι	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Οισοφάγος	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Θυροειδής	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Δέρμα	1.72*10-05	1.10*10-03	1.05*10-03	9.57*10-04	3.57*10-04	4.10*10-07
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	7.45*10-04	7.11*10-04	6.47*10-04	2.41*10-04	2.77*10-07
Επινεφρίδια	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Εγκέφαλος	1.08*10-05	6.89*10-04	6.57*10-04	5.98*10-04	2.23*10-04	2.56*10-07
Μεγάλο παχύ έντερο	2.21*10-05	1.41*10-03	1.35*10-03	1.23*10-03	4.58*10-04	5.26*10-07
Μικρό έντερο	2.23*10-05	1.43*10-03	1.36*10-03	1.24*10-03	4.63*10-04	5.32*10-07
Νεφρό	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Μυς	1.40*10-05	8.95*10-04	8.54*10-04	7.77*10-04	2.90*10-04	3.33*10-07
Πάγκρεας	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07
Σπλήνα	3.81*10-05	2.44*10-03	2.32*10-03	2.12*10-03	7.88*10-04	9.07*10-07
Φακός ματιού	1.56*10-05	9.98*10-04	9.53*10-04	8.67*10-04	3.23*10-04	3.72*10-07

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **37KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **HCC1937**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Μυελός οστών	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Παχύ έντερο	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Πνεύμονας	2.35*10-06	1.74*10-04	1.69*10-04	1.60*10-04	8.89*10-05	1.58*10-06
Στομάχι	1.99*10-06	1.47*10-04	1.43*10-04	1.36*10-04	7.53*10-05	1.34*10-06
Κύστη	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Συκώτι	3.09*10-06	2.29*10-04	2.23*10-04	2.11*10-04	1.17*10-04	2.07*10-06
Οισοφάγος	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Θυροειδής	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Δέρμα	1.95*10-06	1.45*10-04	1.41*10-04	1.33*10-04	7.38*10-05	1.31*10-06
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	3.23*10-04	3.14*10-04	2.97*10-04	1.65*10-04	2.93*10-06
Επινεφρίδια	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Εγκέφαλος	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	1.15*10-04	1.12*10-04	1.06*10-04	5.87*10-05	1.04*10-06
Μικρό έντερο	1.57*10-06	1.16*10-04	1.13*10-04	1.07*10-04	5.94*10-05	1.05*10-06
Νεφρό	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Μυς	1.75*10-06	1.30*10-04	1.26*10-04	1.19*10-04	6.62*10-05	1.17*10-06
Πάγκρεας	2.95*10-06	2.19*10-04	2.13*10-04	2.01*10-04	1.12*10-04	1.98*10-06
Σπλήνα	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06
Φακός ματιού	1.85*10-06	1.37*10-04	1.33*10-04	1.26*10-04	7.00*10-05	1.24*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **37KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **HCC1937**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Μυελός οστών	8.86*10-06	6.57*10-04	6.39*10-04	6.04*10-04	3.35*10-04	5.95*10-06
Παχύ έντερο	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Πνεύμονας	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Στομάχι	2.08*10-05	1.54*10-03	1.50*10-03	1.42*10-03	7.89*10-04	1.40*10-05
Κύστη	9.34*10-06	6.92*10-04	6.73*10-04	6.36*10-04	3.54*10-04	6.27*10-06
Συκώτι	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Οισοφάγος	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Θυροειδής	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Δέρμα	1.72*10-05	1.28*10-03	1.24*10-03	1.17*10-03	6.52*10-04	1.16*10-05
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	8.63*10-04	8.39*10-04	7.93*10-04	4.41*10-04	7.81*10-06
Επινεφρίδια	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Εγκέφαλος	1.08*10-05	7.97*10-04	7.75*10-04	7.33*10-04	4.07*10-04	7.22*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	2.21*10-05	1.64*10-03	1.59*10-03	1.51*10-03	8.36*10-04	1.48*10-05
Μικρό έντερο	2.23*10-05	1.65*10-03	1.61*10-03	1.52*10-03	8.45*10-04	1.50*10-05
Νεφρό	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Μυς	1.40*10-05	1.04*10-03	1.01*10-03	9.53*10-04	5.29*10-04	9.39*10-06
Πάγκρεας	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05
Σπλήνα	3.81*10-05	2.82*10-03	2.74*10-03	2.59*10-03	1.44*10-03	2.56*10-05
Φακός ματιού	1.56*10-05	1.16*10-03	1.12*10-03	1.06*10-03	5.90*10-04	1.05*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 37KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Μυελός οστών	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Παχύ έντερο	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Πνεύμονας	2.35*10-06	1.13*10-04	1.04*10-04	8.71*10-05	1.43*10-05	5.99*10-11
Στομάχι	1.99*10-06	9.55*10-05	8.76*10-05	7.38*10-05	1.21*10-05	5.07*10-11
Κύστη	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Συκώτι	3.09*10-06	1.48*10-04	1.36*10-04	1.15*10-04	1.88*10-05	7.88*10-11
Οισοφάγος	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Θυροειδής	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Δέρμα	1.95*10-06	9.36*10-05	8.59*10-05	7.23*10-05	1.19*10-05	4.97*10-11
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	2.09*10-04	1.92*10-04	1.62*10-04	2.66*10-05	1.11*10-10
Επινεφρίδια	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Εγκέφαλος	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	7.44*10-05	6.83*10-05	5.75*10-05	9.44*10-06	3.95*10-11
Μικρό έντερο	1.57*10-06	7.54*10-05	6.91*10-05	5.82*10-05	9.57*10-06	4.00*10-11
Νεφρό	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Μυς	1.75*10-06	8.40*10-05	7.71*10-05	6.49*10-05	1.07*10-05	4.46*10-11
Πάγκρεας	2.95*10-06	1.42*10-04	1.30*10-04	1.09*10-04	1.80*10-05	7.52*10-11
Σπλήνα	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11
Φακός ματιού	1.85*10-06	8.88*10-05	8.15*10-05	6.86*10-05	1.13*10-05	4.72*10-11

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 37KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Μυελός οστών	8.86*10-06	4.25*10-04	3.90*10-04	3.29*10-04	5.40*10-05	2.26*10-10
Παχύ έντερο	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Πνεύμονας	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Στομάχι	2.08*10-05	1.00*10-03	9.18*10-04	7.73*10-04	1.27*10-04	5.31*10-10
Κύστη	9.34*10-06	4.48*10-04	4.11*10-04	3.46*10-04	5.69*10-05	2.38*10-10
Συκώτι	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Οισοφάγος	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Θυροειδής	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Δέρμα	1.72*10-05	8.27*10-04	7.58*10-04	6.39*10-04	1.05*10-04	4.39*10-10
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	5.59*10-04	5.13*10-04	4.32*10-04	7.09*10-05	2.97*10-10
Επινεφρίδια	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Εγκέφαλος	1.08*10-05	5.16*10-04	4.74*10-04	3.99*10-04	6.56*10-05	2.74*10-10
Μεγάλο παχύ έντερο	2.21*10-05	1.06*10-03	9.73*10-04	8.20*10-04	1.35*10-04	5.64*10-10
Μικρό έντερο	2.23*10-05	1.07*10-03	9.84*10-04	8.28*10-04	1.36*10-04	5.69*10-10
Νεφρό	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Μυς	1.40*10-05	6.71*10-04	6.16*10-04	5.18*10-04	8.52*10-05	3.57*10-10
Πάγκρεας	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10
Σπλήνα	3.81*10-05	1.83*10-03	1.68*10-03	1.41*10-03	2.32*10-04	9.71*10-10
Φακός ματιού	1.56*10-05	7.49*10-04	6.87*10-04	5.79*10-04	9.51*10-05	3.98*10-10

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 37KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Μυελός οστών	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Παχύ έντερο	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Πνεύμονας	2.35*10-06	1.50*10-04	1.44*10-04	1.31*10-04	5.11*10-05	7.83*10-08
Στομάχι	1.99*10-06	1.27*10-04	1.22*10-04	1.11*10-04	4.33*10-05	6.63*10-08
Κύστη	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Συκώτι	3.09*10-06	1.98*10-04	1.89*10-04	1.73*10-04	6.72*10-05	1.03*10-07
Οισοφάγος	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Θυροειδής	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Δέρμα	1.95*10-06	1.25*10-04	1.19*10-04	1.09*10-04	4.24*10-05	6.50*10-08
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	2.79*10-04	2.67*10-04	2.44*10-04	9.48*10-05	1.45*10-07
Επινεφρίδια	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Εγκέφαλος	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	9.92*10-05	9.48*10-05	8.67*10-05	3.37*10-05	5.17*10-08
Μικρό έντερο	1.57*10-06	1.00*10-04	9.61*10-05	8.78*10-05	3.41*10-05	5.23*10-08
Νεφρό	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Μυς	1.75*10-06	1.12*10-04	1.07*10-04	9.79*10-05	3.80*10-05	5.83*10-08
Πάγκρεας	2.95*10-06	1.89*10-04	1.80*10-04	1.65*10-04	6.41*10-05	9.83*10-08
Σπλήνα	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08
Φακός ματιού	1.85*10-06	1.18*10-04	1.13*10-04	1.03*10-04	4.02*10-05	6.17*10-08

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 37KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Μυελός οστών	8.86*10-06	5.67*10-04	5.42*10-04	4.95*10-04	1.93*10-04	2.95*10-07
Παχύ έντερο	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Πνεύμονας	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Στομάχι	2.08*10-05	1.33*10-03	1.28*10-03	1.17*10-03	4.53*10-04	6.95*10-07
Κύστη	9.34*10-06	5.98*10-04	5.71*10-04	5.22*10-04	2.03*10-04	3.11*10-07
Συκώτι	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Οισοφάγος	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Θυροειδής	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Δέρμα	1.72*10-05	1.10*10-03	1.05*10-03	9.63*10-04	3.74*10-04	5.74*10-07
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	7.45*10-04	7.12*10-04	6.51*10-04	2.53*10-04	3.88*10-07
Επινεφρίδια	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Εγκέφαλος	1.08*10-05	6.89*10-04	6.58*10-04	6.02*10-04	2.34*10-04	3.59*10-07
Μεγάλο παχύ έντερο	2.21*10-05	1.41*10-03	1.35*10-03	1.24*10-03	4.80*10-04	7.37*10-07
Μικρό έντερο	2.23*10-05	1.43*10-03	1.37*10-03	1.25*10-03	4.85*10-04	7.44*10-07
Νεφρό	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Μυς	1.40*10-05	8.95*10-04	8.55*10-04	7.82*10-04	3.04*10-04	4.66*10-07
Πάγκρεας	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07
Σπλήνα	3.81*10-05	2.44*10-03	2.33*10-03	2.13*10-03	8.27*10-04	1.27*10-06
Φακός ματιού	1.56*10-05	9.98*10-04	9.54*10-04	8.72*10-04	3.39*10-04	5.20*10-07

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 37KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Μυελός οστών	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Παχύ έντερο	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Πνεύμονας	2.35*10-06	1.25*10-04	1.21*10-04	1.13*10-04	5.65*10-05	4.88*10-07
Στομάχι	1.99*10-06	1.06*10-04	1.02*10-04	9.57*10-05	4.79*10-05	4.13*10-07
Κύστη	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Συκώτι	3.09*10-06	1.64*10-04	1.59*10-04	1.49*10-04	7.43*10-05	6.42*10-07
Οισοφάγος	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Θυροειδής	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Δέρμα	1.95*10-06	1.04*10-04	1.00*10-04	9.38*10-05	4.69*10-05	4.05*10-07
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	2.32*10-04	2.24*10-04	2.10*10-04	1.05*10-04	9.06*10-07
Επινεφρίδια	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Εγκέφαλος	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	8.23*10-05	7.97*10-05	7.46*10-05	3.73*10-05	3.22*10-07
Μικρό έντερο	1.57*10-06	8.34*10-05	8.07*10-05	7.55*10-05	3.78*10-05	3.26*10-07
Νεφρό	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Μυς	1.75*10-06	9.30*10-05	8.99*10-05	8.42*10-05	4.21*10-05	3.64*10-07
Πάγκρεας	2.95*10-06	1.57*10-04	1.52*10-04	1.42*10-04	7.10*10-05	6.13*10-07
Σπλήνα	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07
Φακός ματιού	1.85*10-06	9.83*10-05	9.51*10-05	8.90*10-05	4.45*10-05	3.84*10-07

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 37KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Μυελός οστών	8.86*10-06	4.71*10-04	4.55*10-04	4.26*10-04	2.13*10-04	1.84*10-06
Παχύ έντερο	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Πνεύμονας	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Στομάχι	2.08*10-05	1.11*10-03	1.07*10-03	1.00*10-03	5.01*10-04	4.33*10-06
Κύστη	9.34*10-06	4.96*10-04	4.80*10-04	4.49*10-04	2.25*10-04	1.94*10-06
Συκώτι	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Οισοφάγος	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Θυροειδής	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Δέρμα	1.72*10-05	9.15*10-04	8.85*10-04	8.29*10-04	4.14*10-04	3.58*10-06
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	6.18*10-04	5.98*10-04	5.60*10-04	2.80*10-04	2.42*10-06
Επινεφρίδια	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Εγκέφαλος	1.08*10-05	5.72*10-04	5.53*10-04	5.18*10-04	2.59*10-04	2.24*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	2.21*10-05	1.17*10-03	1.14*10-03	1.06*10-03	5.32*10-04	4.59*10-06
Μικρό έντερο	2.23*10-05	1.19*10-03	1.15*10-03	1.07*10-03	5.37*10-04	4.64*10-06
Νεφρό	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Μυς	1.40*10-05	7.43*10-04	7.19*10-04	6.73*10-04	3.36*10-04	2.90*10-06
Πάγκρεας	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06
Σπλήνα	3.81*10-05	2.02*10-03	1.96*10-03	1.83*10-03	9.16*10-04	7.91*10-06
Φακός ματιού	1.56*10-05	8.29*10-04	8.02*10-04	7.51*10-04	3.75*10-04	3.24*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 37KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Μυελός οστών	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Παχύ έντερο	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Πνεύμονας	2.35*10-06	9.48*10-05	8.76*10-05	7.48*10-05	1.42*10-05	1.63*10-10
Στομάχι	1.99*10-06	8.02*10-05	7.41*10-05	6.33*10-05	1.20*10-05	1.38*10-10
Κύστη	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Συκώτι	3.09*10-06	1.25*10-04	1.15*10-04	9.83*10-05	1.87*10-05	2.15*10-10
Οισοφάγος	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Θυροειδής	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Δέρμα	1.95*10-06	7.86*10-05	7.27*10-05	6.20*10-05	1.18*10-05	1.35*10-10
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	1.76*10-04	1.62*10-04	1.39*10-04	2.64*10-05	3.03*10-10
Επινεφρίδια	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Εγκέφαλος	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	6.25*10-05	5.77*10-05	4.93*10-05	9.38*10-06	1.08*10-10
Μικρό έντερο	1.57*10-06	6.33*10-05	5.85*10-05	4.99*10-05	9.51*10-06	1.09*10-10
Νεφρό	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Μυς	1.75*10-06	7.06*10-05	6.52*10-05	5.57*10-05	1.06*10-05	1.22*10-10
Πάγκρεας	2.95*10-06	1.19*10-04	1.10*10-04	9.38*10-05	1.79*10-05	2.05*10-10
Σπλήνα	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10
Φακός ματιού	1.85*10-06	7.46*10-05	6.89*10-05	5.89*10-05	1.12*10-05	1.28*10-10

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 37KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Μυελός οστών	8.86*10-06	3.57*10-04	3.30*10-04	2.82*10-04	5.36*10-05	6.15*10-10
Παχύ έντερο	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Πνεύμονας	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Στομάχι	2.08*10-05	8.40*10-04	7.76*10-04	6.63*10-04	1.26*10-04	1.45*10-09
Κύστη	9.34*10-06	3.77*10-04	3.48*10-04	2.97*10-04	5.66*10-05	6.49*10-10
Συκώτι	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Οισοφάγος	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Θυροειδής	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Δέρμα	1.72*10-05	6.94*10-04	6.42*10-04	5.48*10-04	1.04*10-04	1.20*10-09
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	4.69*10-04	4.34*10-04	3.70*10-04	7.05*10-05	8.08*10-10
Επινεφρίδια	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Εγκέφαλος	1.08*10-05	4.34*10-04	4.01*10-04	3.42*10-04	6.51*10-05	7.47*10-10
Μεγάλο παχύ έντερο	2.21*10-05	8.91*10-04	8.23*10-04	7.03*10-04	1.34*10-04	1.53*10-09
Μικρό έντερο	2.23*10-05	9.00*10-04	8.32*10-04	7.10*10-04	1.35*10-04	1.55*10-09
Νεφρό	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Μυς	1.40*10-05	5.64*10-04	5.21*10-04	4.45*10-04	8.46*10-05	9.71*10-10
Πάγκρεας	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09
Σπλήνα	3.81*10-05	1.53*10-03	1.42*10-03	1.21*10-03	2.30*10-04	2.64*10-09
Φακός ματιού	1.56*10-05	6.29*10-04	5.81*10-04	4.96*10-04	9.45*10-05	1.08*10-09

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 37KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Μυελός οστών	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Παχύ έντερο	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Πνεύμονας	2.35*10-06	1.11*10-04	1.04*10-04	8.99*10-05	2.03*10-05	7.35*10-10
Στομάχι	1.99*10-06	9.42*10-05	8.78*10-05	7.62*10-05	1.71*10-05	6.22*10-10
Κύστη	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Συκώτι	3.09*10-06	1.46*10-04	1.36*10-04	1.18*10-04	2.66*10-05	9.66*10-10
Οισοφάγος	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Θυροειδής	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Δέρμα	1.95*10-06	9.24*10-05	8.60*10-05	7.46*10-05	1.68*10-05	6.10*10-10
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	2.06*10-04	1.92*10-04	1.67*10-04	3.76*10-05	1.36*10-09
Επινεφρίδια	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Εγκέφαλος	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	7.34*10-05	6.84*10-05	5.93*10-05	1.34*10-05	4.85*10-10
Μικρό έντερο	1.57*10-06	7.44*10-05	6.93*10-05	6.01*10-05	1.35*10-05	4.91*10-10
Νεφρό	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Μυς	1.75*10-06	8.29*10-05	7.72*10-05	6.70*10-05	1.51*10-05	5.47*10-10
Πάγκρεας	2.95*10-06	1.40*10-04	1.30*10-04	1.13*10-04	2.54*10-05	9.23*10-10
Σπλήνα	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10
Φακός ματιού	1.85*10-06	8.76*10-05	8.16*10-05	7.08*10-05	1.59*10-05	5.79*10-10

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 37KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Μυελός οστών	8.86*10-06	4.20*10-04	3.91*10-04	3.39*10-04	7.63*10-05	2.77*10-09
Παχύ έντερο	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Πνεύμονας	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Στομάχι	2.08*10-05	9.87*10-04	9.19*10-04	7.98*10-04	1.80*10-04	6.52*10-09
Κύστη	9.34*10-06	4.42*10-04	4.12*10-04	3.57*10-04	8.05*10-05	2.92*10-09
Συκώτι	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Οισοφάγος	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Θυροειδής	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Δέρμα	1.72*10-05	8.16*10-04	7.60*10-04	6.59*10-04	1.48*10-04	5.38*10-09
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	5.51*10-04	5.13*10-04	4.46*10-04	1.00*10-04	3.64*10-09
Επινεφρίδια	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Εγκέφαλος	1.08*10-05	5.10*10-04	4.75*10-04	4.12*10-04	9.27*10-05	3.36*10-09
Μεγάλο παχύ έντερο	2.21*10-05	1.05*10-03	9.75*10-04	8.46*10-04	1.90*10-04	6.91*10-09
Μικρό έντερο	2.23*10-05	1.06*10-03	9.85*10-04	8.55*10-04	1.92*10-04	6.98*10-09
Νεφρό	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Μυς	1.40*10-05	6.62*10-04	6.17*10-04	5.35*10-04	1.20*10-04	4.37*10-09
Πάγκρεας	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09
Σπλήνα	3.81*10-05	1.80*10-03	1.68*10-03	1.46*10-03	3.28*10-04	1.19*10-08
Φακός ματιού	1.56*10-05	7.39*10-04	6.88*10-04	5.97*10-04	1.34*10-04	4.88*10-09

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 37KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Μυελός οστών	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Παχύ έντερο	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Πνεύμονας	2.35*10-06	1.38*10-04	1.31*10-04	1.17*10-04	3.70*10-05	1.34*10-08
Στομάχι	1.99*10-06	1.17*10-04	1.11*10-04	9.93*10-05	3.13*10-05	1.14*10-08
Κύστη	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Συκώτι	3.09*10-06	1.82*10-04	1.72*10-04	1.54*10-04	4.86*10-05	1.77*10-08
Οισοφάγος	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Θυροειδής	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Δέρμα	1.95*10-06	1.15*10-04	1.09*10-04	9.74*10-05	3.07*10-05	1.11*10-08
Επιφάνεια οστών	4.36*10-06	2.57*10-04	2.43*10-04	2.18*10-04	6.86*10-05	2.49*10-08
Επινεφρίδια	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Εγκέφαλος	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Μεγάλο παχύ έντερο	1.55*10-06	9.13*10-05	8.64*10-05	7.74*10-05	2.44*10-05	8.86*10-09
Μικρό έντερο	1.57*10-06	9.24*10-05	8.75*10-05	7.84*10-05	2.47*10-05	8.97*10-09
Νεφρό	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Μυς	1.75*10-06	1.03*10-04	9.75*10-05	8.74*10-05	2.75*10-05	1.00*10-08
Πάγκρεας	2.95*10-06	1.74*10-04	1.64*10-04	1.47*10-04	4.64*10-05	1.69*10-08
Σπλήνα	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08
Φακός ματιού	1.85*10-06	1.09*10-04	1.03*10-04	9.24*10-05	2.91*10-05	1.06*10-08

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 37KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Μυελός οστών	8.86*10-06	5.22*10-04	4.94*10-04	4.42*10-04	1.39*10-04	5.06*10-08
Παχύ έντερο	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Πνεύμονας	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Στομάχι	2.08*10-05	1.23*10-03	1.16*10-03	1.04*10-03	3.28*10-04	1.19*10-07
Κύστη	9.34*10-06	5.50*10-04	5.21*10-04	4.66*10-04	1.47*10-04	5.34*10-08
Συκώτι	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Οισοφάγος	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Θυροειδής	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Δέρμα	1.72*10-05	1.01*10-03	9.60*10-04	8.60*10-04	2.71*10-04	9.84*10-08
Επιφάνεια οστών	1.16*10-05	6.85*10-04	6.49*10-04	5.81*10-04	1.83*10-04	6.65*10-08
Επινεφρίδια	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Εγκέφαλος	1.08*10-05	6.34*10-04	6.00*10-04	5.37*10-04	1.69*10-04	6.15*10-08
Μεγάλο παχύ έντερο	2.21*10-05	1.30*10-03	1.23*10-03	1.10*10-03	3.48*10-04	1.26*10-07
Μικρό έντερο	2.23*10-05	1.31*10-03	1.24*10-03	1.11*10-03	3.51*10-04	1.28*10-07
Νεφρό	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Μυς	1.40*10-05	8.23*10-04	7.79*10-04	6.98*10-04	2.20*10-04	7.99*10-08
Πάγκρεας	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08
Σπλήνα	3.81*10-05	2.24*10-03	2.12*10-03	1.90*10-03	5.99*10-04	2.18*10-07
Φακός ματιού	1.56*10-05	9.19*10-04	8.69*10-04	7.79*10-04	2.45*10-04	8.92*10-08

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **555KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Μυελός οστών	1.33*10-05	0.000852	1.75*10-04	1.06*10-04	4.09*10-06	8.41*10-16
Παχύ έντερο	5.06*10-05	0.003238	6.65*10-04	4.02*10-04	1.56*10-05	3.20*10-15
Πνεύμονας	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Στομάχι	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Κύστη	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Συκώτι	1.81*10-05	0.001161	2.38*10-04	1.44*10-04	5.58*10-06	1.15*10-15
Οισοφάγος	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Θυροειδής	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Δέρμα	3.80*10-05	0.002433	5.00*10-04	3.02*10-04	1.17*10-05	2.40*10-15
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	0.002604	5.35*10-04	3.24*10-04	1.25*10-05	2.57*10-15
Επιπεφυκίδια	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Εγκέφαλος	7.78*10-05	0.004981	1.02*10-03	6.19*10-04	2.39*10-05	4.92*10-15
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	0.002954	6.07*10-04	3.67*10-04	1.42*10-05	2.92*10-15
Μικρό έντερο	4.67*10-05	0.002986	6.13*10-04	3.71*10-04	1.43*10-05	2.95*10-15
Νεφρό	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Μυς	3.74*10-05	0.002396	4.92*10-04	2.98*10-04	1.15*10-05	2.37*10-15
Πάγκρεας	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Σπλήνα	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15
Φακός ματιού	3.77*10-05	0.002415	4.96*10-04	3.00*10-04	1.16*10-05	2.38*10-15

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **555KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Μυελός οστών	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Παχύ έντερο	1.30*10-04	0.00832	1.71*10-03	1.03*10-03	4.00*10-05	8.21*10-15
Πνεύμονας	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Στομάχι	9.00*10-05	0.00576	1.18*10-03	7.16*10-04	2.77*10-05	5.69*10-15
Κύστη	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Συκώτι	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Οισοφάγος	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Θυροειδής	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Δέρμα	1.60*10-04	0.01024	2.10*10-03	1.27*10-03	4.92*10-05	1.01*10-14
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	0.00832	1.71*10-03	1.03*10-03	4.00*10-05	8.21*10-15
Επιπεφυκίδια	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Εγκέφαλος	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Μικρό έντερο	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Νεφρό	1.70*10-04	0.01088	2.23*10-03	1.35*10-03	5.23*10-05	1.07*10-14
Μυς	2.10*10-04	0.01344	2.76*10-03	1.67*10-03	6.46*10-05	1.33*10-14
Πάγκρεας	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Σπλήνα	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14
Φακός ματιού	1.90*10-04	0.01216	2.50*10-03	1.51*10-03	5.84*10-05	1.20*10-14

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **555KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-7**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Μυελός οστών	1.33*10-05	8.52*10-04	8.13*10-04	7.40*10-04	2.76*10-04	3.17*10-07
Παχύ έντερο	5.06*10-05	3.24*10-03	3.09*10-03	2.81*10-03	1.05*10-03	1.21*10-06
Πνεύμονας	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Στομάχι	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Κύστη	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Συκώτι	1.81*10-05	1.16*10-03	1.11*10-03	1.01*10-03	3.76*10-04	4.32*10-07
Οισοφάγος	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Θυροειδής	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Δέρμα	3.80*10-05	2.43*10-03	2.32*10-03	2.11*10-03	7.88*10-04	9.06*10-07
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	2.60*10-03	2.48*10-03	2.26*10-03	8.43*10-04	9.69*10-07
Επινεφρίδια	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Εγκέφαλος	7.78*10-05	4.98*10-03	4.75*10-03	4.33*10-03	1.61*10-03	1.85*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	2.95*10-03	2.82*10-03	2.57*10-03	9.56*10-04	1.10*10-06
Μικρό έντερο	4.67*10-05	2.99*10-03	2.85*10-03	2.59*10-03	9.66*10-04	1.11*10-06
Νεφρό	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Μυς	3.74*10-05	2.40*10-03	2.29*10-03	2.08*10-03	7.76*10-04	8.92*10-07
Πάγκρεας	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Σπλήνα	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07
Φακός ματιού	3.77*10-05	2.41*10-03	2.30*10-03	2.10*10-03	7.82*10-04	8.99*10-07

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **555KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-7**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Μυελός οστών	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Παχύ έντερο	1.30*10-04	8.32*10-03	7.94*10-03	7.23*10-03	2.69*10-03	3.10*10-06
Πνεύμονας	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Στομάχι	9.00*10-05	5.76*10-03	5.50*10-03	5.00*10-03	1.86*10-03	2.14*10-06
Κύστη	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Συκώτι	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Οισοφάγος	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Θυροειδής	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Δέρμα	1.60*10-04	1.02*10-02	9.77*10-03	8.89*10-03	3.31*10-03	3.81*10-06
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	8.32*10-03	7.94*10-03	7.23*10-03	2.69*10-03	3.10*10-06
Επινεφρίδια	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Εγκέφαλος	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Μικρό έντερο	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Νεφρό	1.70*10-04	1.09*10-02	1.04*10-02	9.45*10-03	3.52*10-03	4.05*10-06
Μυς	2.10*10-04	1.34*10-02	1.28*10-02	1.17*10-02	4.35*10-03	5.00*10-06
Πάγκρεας	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Σπλήνα	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06
Φακός ματιού	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	3.94*10-03	4.53*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **555KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **HCC1937**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Μυελός οστών	1.33*10-05	9.87*10-04	9.60*10-04	9.08*10-04	5.04*10-04	8.94*10-06
Παχύ έντερο	5.06*10-05	3.75*10-03	3.65*10-03	3.45*10-03	1.91*10-03	3.40*10-05
Πνεύμονας	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Στομάχι	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Κύστη	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Συκώτι	1.81*10-05	1.34*10-03	1.31*10-03	1.24*10-03	6.87*10-04	1.22*10-05
Οισοφάγος	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Θυροειδής	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Δέρμα	3.80*10-05	2.82*10-03	2.74*10-03	2.59*10-03	1.44*10-03	2.55*10-05
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	3.01*10-03	2.93*10-03	2.77*10-03	1.54*10-03	2.73*10-05
Επινεφρίδια	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Εγκέφαλος	7.78*10-05	5.77*10-03	5.61*10-03	5.30*10-03	2.95*10-03	5.23*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	3.42*10-03	3.33*10-03	3.14*10-03	1.75*10-03	3.10*10-05
Μικρό έντερο	4.67*10-05	3.46*10-03	3.36*10-03	3.18*10-03	1.77*10-03	3.13*10-05
Νεφρό	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Μυς	3.74*10-05	2.77*10-03	2.70*10-03	2.55*10-03	1.42*10-03	2.51*10-05
Πάγκρεας	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Σπλήνα	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05
Φακός ματιού	3.77*10-05	2.80*10-03	2.72*10-03	2.57*10-03	1.43*10-03	2.53*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **555KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **HCC1937**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Μυελός οστών	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Παχύ έντερο	1.30*10-04	9.63*10-03	9.37*10-03	8.86*10-03	4.92*10-03	8.73*10-05
Πνεύμονας	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Στομάχι	9.00*10-05	6.67*10-03	6.49*10-03	6.13*10-03	3.41*10-03	6.04*10-05
Κύστη	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Συκώτι	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Οισοφάγος	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Θυροειδής	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Δέρμα	1.60*10-04	1.19*10-02	1.15*10-02	1.09*10-02	6.06*10-03	1.07*10-04
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	9.63*10-03	9.37*10-03	8.86*10-03	4.92*10-03	8.73*10-05
Επινεφρίδια	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Εγκέφαλος	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Μικρό έντερο	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Νεφρό	1.70*10-04	1.26*10-02	1.23*10-02	1.16*10-02	6.43*10-03	1.14*10-04
Μυς	2.10*10-04	1.56*10-02	1.51*10-02	1.43*10-02	7.95*10-03	1.41*10-04
Πάγκρεας	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Σπλήνα	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04
Φακός ματιού	1.90*10-04	1.41*10-02	1.37*10-02	1.29*10-02	7.19*10-03	1.28*10-04

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Μυελός οστών	1.33*10-05	6.39*10-04	5.87*10-04	4.94*10-04	8.12*10-05	3.40*10-10
Παχύ έντερο	5.06*10-05	2.43*10-03	2.23*10-03	1.88*10-03	3.08*10-04	1.29*10-09
Πνεύμονας	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Στομάχι	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Κύστη	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Συκώτι	1.81*10-05	8.71*10-04	7.99*10-04	6.73*10-04	1.11*10-04	4.63*10-10
Οισοφάγος	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Θυροειδής	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Δέρμα	3.80*10-05	1.82*10-03	1.67*10-03	1.41*10-03	2.32*10-04	9.70*10-10
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	1.95*10-03	1.79*10-03	1.51*10-03	2.48*10-04	1.04*10-09
Επινεφρίδια	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Εγκέφαλος	7.78*10-05	3.74*10-03	3.43*10-03	2.89*10-03	4.74*10-04	1.98*10-09
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	2.22*10-03	2.03*10-03	1.71*10-03	2.81*10-04	1.18*10-09
Μικρό έντερο	4.67*10-05	2.24*10-03	2.05*10-03	1.73*10-03	2.84*10-04	1.19*10-09
Νεφρό	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Μυς	3.74*10-05	1.80*10-03	1.65*10-03	1.39*10-03	2.28*10-04	9.55*10-10
Πάγκρεας	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Σπλήνα	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10
Φακός ματιού	3.77*10-05	1.81*10-03	1.66*10-03	1.40*10-03	2.30*10-04	9.62*10-10

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Μυελός οστών	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Παχύ έντερο	1.30*10-04	6.24*10-03	5.73*10-03	4.82*10-03	7.92*10-04	3.32*10-09
Πνεύμονας	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Στομάχι	9.00*10-05	4.32*10-03	3.96*10-03	3.34*10-03	5.48*10-04	2.30*10-09
Κύστη	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Συκώτι	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Οισοφάγος	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Θυροειδής	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Δέρμα	1.60*10-04	7.68*10-03	7.05*10-03	5.93*10-03	9.75*10-04	4.08*10-09
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	6.24*10-03	5.73*10-03	4.82*10-03	7.92*10-04	3.32*10-09
Επινεφρίδια	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Εγκέφαλος	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Μικρό έντερο	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Νεφρό	1.70*10-04	8.16*10-03	7.49*10-03	6.30*10-03	1.04*10-03	4.34*10-09
Μυς	2.10*10-04	1.01*10-02	9.25*10-03	7.79*10-03	1.28*10-03	5.36*10-09
Πάγκρεας	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Σπλήνα	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09
Φακός ματιού	1.90*10-04	9.12*10-03	8.37*10-03	7.05*10-03	1.16*10-03	4.85*10-09

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Μυελός οστών	1.33*10-05	8.52*10-04	8.15*10-04	7.45*10-04	2.89*10-04	4.44*10-07
Παχύ έντερο	5.06*10-05	3.24*10-03	3.10*10-03	2.83*10-03	1.10*10-03	1.69*10-06
Πνεύμονας	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Στομάχι	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Κύστη	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Συκώτι	1.81*10-05	1.16*10-03	1.11*10-03	1.01*10-03	3.94*10-04	6.05*10-07
Οισοφάγος	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Θυροειδής	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Δέρμα	3.80*10-05	2.43*10-03	2.33*10-03	2.13*10-03	8.26*10-04	1.27*10-06
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	2.60*10-03	2.49*10-03	2.27*10-03	8.84*10-04	1.36*10-06
Επινεφρίδια	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Εγκέφαλος	7.78*10-05	4.98*10-03	4.76*10-03	4.35*10-03	1.69*10-03	2.59*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	2.95*10-03	2.82*10-03	2.58*10-03	1.00*10-03	1.54*10-06
Μικρό έντερο	4.67*10-05	2.99*10-03	2.85*10-03	2.61*10-03	1.01*10-03	1.56*10-06
Νεφρό	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Μυς	3.74*10-05	2.40*10-03	2.29*10-03	2.09*10-03	8.14*10-04	1.25*10-06
Πάγκρεας	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Σπλήνα	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06
Φακός ματιού	3.77*10-05	2.41*10-03	2.31*10-03	2.11*10-03	8.20*10-04	1.26*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Μυελός οστών	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Παχύ έντερο	1.30*10-04	8.32*10-03	7.95*10-03	7.27*10-03	2.83*10-03	4.33*10-06
Πνεύμονας	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Στομάχι	9.00*10-05	5.76*10-03	5.51*10-03	5.03*10-03	1.96*10-03	3.00*10-06
Κύστη	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Συκώτι	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Οισοφάγος	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Θυροειδής	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Δέρμα	1.60*10-04	1.02*10-02	9.79*10-03	8.95*10-03	3.48*10-03	5.33*10-06
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	8.32*10-03	7.95*10-03	7.27*10-03	2.83*10-03	4.33*10-06
Επινεφρίδια	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Εγκέφαλος	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Μικρό έντερο	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Νεφρό	1.70*10-04	1.09*10-02	1.04*10-02	9.51*10-03	3.69*10-03	5.67*10-06
Μυς	2.10*10-04	1.34*10-02	1.28*10-02	1.17*10-02	4.56*10-03	7.00*10-06
Πάγκρεας	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Σπλήνα	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06
Φακός ματιού	1.90*10-04	1.22*10-02	1.16*10-02	1.06*10-02	4.13*10-03	6.33*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Μυελός οστών	1.33*10-05	7.08*10-04	6.85*10-04	6.41*10-04	3.20*10-04	2.77*10-06
Παχύ έντερο	5.06*10-05	2.69*10-03	2.60*10-03	2.43*10-03	1.22*10-03	1.05*10-05
Πνεύμονας	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Στομάχι	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Κύστη	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Συκώτι	1.81*10-05	9.64*10-04	9.32*10-04	8.73*10-04	4.36*10-04	3.77*10-06
Οισοφάγος	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Θυροειδής	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Δέρμα	3.80*10-05	2.02*10-03	1.95*10-03	1.83*10-03	9.15*10-04	7.90*10-06
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	2.16*10-03	2.09*10-03	1.96*10-03	9.79*10-04	8.45*10-06
Επινεφρίδια	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Εγκέφαλος	7.78*10-05	4.13*10-03	4.00*10-03	3.74*10-03	1.87*10-03	1.62*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	2.45*10-03	2.37*10-03	2.22*10-03	1.11*10-03	9.59*10-06
Μικρό έντερο	4.67*10-05	2.48*10-03	2.40*10-03	2.24*10-03	1.12*10-03	9.69*10-06
Νεφρό	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Μυς	3.74*10-05	1.99*10-03	1.92*10-03	1.80*10-03	9.01*10-04	7.78*10-06
Πάγκρεας	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Σπλήνα	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06
Φακός ματιού	3.77*10-05	2.00*10-03	1.94*10-03	1.82*10-03	9.08*10-04	7.84*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Μυελός οστών	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Παχύ έντερο	1.30*10-04	6.91*10-03	6.68*10-03	6.25*10-03	3.13*10-03	2.70*10-05
Πνεύμονας	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Στομάχι	9.00*10-05	4.78*10-03	4.63*10-03	4.33*10-03	2.17*10-03	1.87*10-05
Κύστη	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Συκώτι	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Οισοφάγος	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Θυροειδής	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Δέρμα	1.60*10-04	8.50*10-03	8.22*10-03	7.70*10-03	3.85*10-03	3.32*10-05
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	6.91*10-03	6.68*10-03	6.25*10-03	3.13*10-03	2.70*10-05
Επινεφρίδια	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Εγκέφαλος	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Μικρό έντερο	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Νεφρό	1.70*10-04	9.03*10-03	8.74*10-03	8.18*10-03	4.09*10-03	3.53*10-05
Μυς	2.10*10-04	1.12*10-02	1.08*10-02	1.01*10-02	5.05*10-03	4.36*10-05
Πάγκρεας	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Σπλήνα	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05
Φακός ματιού	1.90*10-04	1.01*10-02	9.77*10-03	9.14*10-03	4.57*10-03	3.95*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Μυελός οστών	1.33*10-05	5.37*10-04	4.96*10-04	4.24*10-04	8.06*10-05	9.25*10-10
Παχύ έντερο	5.06*10-05	2.04*10-03	1.88*10-03	1.61*10-03	3.06*10-04	3.51*10-09
Πνεύμονας	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Στομάχι	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Κύστη	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Συκώτι	1.81*10-05	7.31*10-04	6.76*10-04	5.77*10-04	1.10*10-04	1.26*10-09
Οισοφάγος	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Θυροειδής	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Δέρμα	3.80*10-05	1.53*10-03	1.42*10-03	1.21*10-03	2.30*10-04	2.64*10-09
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	1.64*10-03	1.52*10-03	1.29*10-03	2.46*10-04	2.82*10-09
Επινεφρίδια	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Εγκέφαλος	7.78*10-05	3.14*10-03	2.90*10-03	2.48*10-03	4.71*10-04	5.40*10-09
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	1.86*10-03	1.72*10-03	1.47*10-03	2.79*10-04	3.20*10-09
Μικρό έντερο	4.67*10-05	1.88*10-03	1.74*10-03	1.48*10-03	2.82*10-04	3.24*10-09
Νεφρό	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Μυς	3.74*10-05	1.51*10-03	1.39*10-03	1.19*10-03	2.27*10-04	2.60*10-09
Πάγκρεας	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Σπλήνα	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09
Φακός ματιού	3.77*10-05	1.52*10-03	1.41*10-03	1.20*10-03	2.28*10-04	2.62*10-09

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Μυελός οστών	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Παχύ έντερο	1.30*10-04	5.24*10-03	4.84*10-03	4.14*10-03	7.87*10-04	9.03*10-09
Πνεύμονας	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Στομάχι	9.00*10-05	3.63*10-03	3.35*10-03	2.86*10-03	5.45*10-04	6.25*10-09
Κύστη	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Συκώτι	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Οισοφάγος	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Θυροειδής	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Δέρμα	1.60*10-04	6.45*10-03	5.96*10-03	5.09*10-03	9.69*10-04	1.11*10-08
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	5.24*10-03	4.84*10-03	4.14*10-03	7.87*10-04	9.03*10-09
Επινεφρίδια	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Εγκέφαλος	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Μικρό έντερο	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Νεφρό	1.70*10-04	6.85*10-03	6.33*10-03	5.41*10-03	1.03*10-03	1.18*10-08
Μυς	2.10*10-04	8.47*10-03	7.82*10-03	6.68*10-03	1.27*10-03	1.46*10-08
Πάγκρεας	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Σπλήνα	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08
Φακός ματιού	1.90*10-04	7.66*10-03	7.08*10-03	6.04*10-03	1.15*10-03	1.32*10-08

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Μυελός οστών	1.33*10-05	6.31*10-04	5.88*10-04	5.10*10-04	1.15*10-04	4.17*10-09
Παχύ έντερο	5.06*10-05	2.40*10-03	2.23*10-03	1.94*10-03	4.36*10-04	1.58*10-08
Πνεύμονας	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Στομάχι	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Κύστη	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Συκώτι	1.81*10-05	8.59*10-04	8.00*10-04	6.94*10-04	1.56*10-04	5.67*10-09
Οισοφάγος	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Θυροειδής	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Δέρμα	3.80*10-05	1.80*10-03	1.68*10-03	1.46*10-03	3.28*10-04	1.19*10-08
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	1.93*10-03	1.79*10-03	1.56*10-03	3.51*10-04	1.27*10-08
Επινεφρίδια	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Εγκέφαλος	7.78*10-05	3.69*10-03	3.43*10-03	2.98*10-03	6.71*10-04	2.43*10-08
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	2.19*10-03	2.04*10-03	1.77*10-03	3.98*10-04	1.44*10-08
Μικρό έντερο	4.67*10-05	2.21*10-03	2.06*10-03	1.79*10-03	4.02*10-04	1.46*10-08
Νεφρό	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Μυς	3.74*10-05	1.77*10-03	1.65*10-03	1.43*10-03	3.23*10-04	1.17*10-08
Πάγκρεας	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Σπλήνα	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08
Φακός ματιού	3.77*10-05	1.79*10-03	1.66*10-03	1.44*10-03	3.25*10-04	1.18*10-08

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Μυελός οστών	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Παχύ έντερο	1.30*10-04	6.16*10-03	5.73*10-03	4.98*10-03	1.12*10-03	4.07*10-08
Πνεύμονας	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Στομάχι	9.00*10-05	4.26*10-03	3.97*10-03	3.44*10-03	7.76*10-04	2.81*10-08
Κύστη	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Συκώτι	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Οισοφάγος	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Θυροειδής	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Δέρμα	1.60*10-04	7.58*10-03	7.06*10-03	6.12*10-03	1.38*10-03	5.00*10-08
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	6.16*10-03	5.73*10-03	4.98*10-03	1.12*10-03	4.07*10-08
Επινεφρίδια	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Εγκέφαλος	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Μικρό έντερο	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Νεφρό	1.70*10-04	8.05*10-03	7.50*10-03	6.51*10-03	1.46*10-03	5.32*10-08
Μυς	2.10*10-04	9.95*10-03	9.26*10-03	8.04*10-03	1.81*10-03	6.57*10-08
Πάγκρεας	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Σπλήνα	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08
Φακός ματιού	1.90*10-04	9.00*10-03	8.38*10-03	7.27*10-03	1.64*10-03	5.94*10-08

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Μυελός οστών	1.33*10-05	7.84*10-04	7.42*10-04	6.65*10-04	2.10*10-04	7.61*10-08
Παχύ έντερο	5.06*10-05	2.98*10-03	2.82*10-03	2.53*10-03	7.96*10-04	2.89*10-07
Πνεύμονας	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Στομάχι	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Κύστη	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Συκώτι	1.81*10-05	1.07*10-03	1.01*10-03	9.06*10-04	2.85*10-04	1.04*10-07
Οισοφάγος	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Θυροειδής	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Δέρμα	3.80*10-05	2.24*10-03	2.12*10-03	1.90*10-03	5.98*10-04	2.17*10-07
Επιφάνεια οστών	4.07*10-05	2.40*10-03	2.27*10-03	2.03*10-03	6.40*10-04	2.33*10-07
Επινεφρίδια	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Εγκέφαλος	7.78*10-05	4.58*10-03	4.34*10-03	3.89*10-03	1.22*10-03	4.45*10-07
Μεγάλο παχύ έντερο	4.62*10-05	2.72*10-03	2.57*10-03	2.30*10-03	7.26*10-04	2.64*10-07
Μικρό έντερο	4.67*10-05	2.75*10-03	2.60*10-03	2.33*10-03	7.34*10-04	2.67*10-07
Νεφρό	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Μυς	3.74*10-05	2.20*10-03	2.09*10-03	1.87*10-03	5.89*10-04	2.14*10-07
Πάγκρεας	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Σπλήνα	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07
Φακός ματιού	3.77*10-05	2.22*10-03	2.10*10-03	1.88*10-03	5.93*10-04	2.16*10-07

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 555KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Μυελός οστών	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Παχύ έντερο	1.30*10-04	7.65*10-03	7.24*10-03	6.49*10-03	2.04*10-03	7.43*10-07
Πνεύμονας	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Στομάχι	9.00*10-05	5.30*10-03	5.02*10-03	4.49*10-03	1.42*10-03	5.14*10-07
Κύστη	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Συκώτι	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Οισοφάγος	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Θυροειδής	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Δέρμα	1.60*10-04	9.42*10-03	8.92*10-03	7.99*10-03	2.52*10-03	9.15*10-07
Επιφάνεια οστών	1.30*10-04	7.65*10-03	7.24*10-03	6.49*10-03	2.04*10-03	7.43*10-07
Επινεφρίδια	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Εγκέφαλος	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Μικρό έντερο	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Νεφρό	1.70*10-04	1.00*10-02	9.47*10-03	8.49*10-03	2.67*10-03	9.72*10-07
Μυς	2.10*10-04	1.24*10-02	1.17*10-02	1.05*10-02	3.30*10-03	1.20*10-06
Πάγκρεας	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Σπλήνα	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06
Φακός ματιού	1.90*10-04	1.12*10-02	1.06*10-02	9.49*10-03	2.99*10-03	1.09*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **1000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12
Μυελός οστών	1.30*10-01	8.29952	1.70	1.03	3.99*10-02	8.19*10-12
Παχύ έντερο	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12
Πνεύμονας	7.44*10-02	4.76416	9.78*10-01	5.92*10-01	2.29*10-02	4.70*10-12
Στομάχι	2.29*10-02	1.46368	3.01*10-01	1.82*10-01	7.03*10-03	1.44*10-12
Κύστη	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12
Συκώτι	4.55*10-02	2.912	5.98*10-01	3.62*10-01	1.40*10-02	2.87*10-12
Οισοφάγος	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12
Θυροειδής	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12
Δέρμα	1.02*10-01	6.512	1.34	8.10*10-01	3.13*10-02	6.43*10-12
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	8.29184	1.70	1.03	3.98*10-02	8.18*10-12
Επινεφρίδια	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12
Εγκέφαλος	1.13*10-01	7.23584	1.49	9.00*10-01	3.48*10-02	7.14*10-12
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	2.528	5.19*10-01	3.14*10-01	1.21*10-02	2.50*10-12
Μικρό έντερο	3.99*10-02	2.55488	5.25*10-01	3.18*10-01	1.23*10-02	2.52*10-12
Νεφρό	2.17*10-02	1.39008	2.85*10-01	1.73*10-01	6.68*10-03	1.37*10-12
Μυς	4.99*10-02	3.19104	6.55*10-01	3.97*10-01	1.53*10-02	3.15*10-12
Πάγκρεας	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12
Σπλήνα	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12
Φακός ματιού	7.58*10-02	4.85184	9.96*10-01	6.03*10-01	2.33*10-02	4.79*10-12

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **1000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Μυελός οστών	5.10*10-01	32.64	6.70	4.06	1.57*10-01	3.22*10-11
Παχύ έντερο	1.28	81.92	1.68*10+01	1.02*10+01	3.93*10-01	8.09*10-11
Πνεύμονας	2.40*10-01	15.36	3.15	1.91	7.38*10-02	1.52*10-11
Στομάχι	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Κύστη	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Συκώτι	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Οισοφάγος	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Θυροειδής	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Δέρμα	6.40*10-01	40.96	8.41	5.09	1.97*10-01	4.04*10-11
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	33.92	6.97	4.22	1.63*10-01	3.35*10-11
Επινεφρίδια	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Εγκέφαλος	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Μικρό έντερο	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Νεφρό	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Μυς	3.60*10-01	23.04	4.73	2.86	1.11*10-01	2.27*10-11
Πάγκρεας	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Σπλήνα	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11
Φακός ματιού	5.00*10-01	32	6.57	3.98	1.54*10-01	3.16*10-11

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **1000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-7**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03
Μυελός οστών	1.30*10-01	8.30	7.92	7.21	2.69	3.09*10-03
Παχύ έντερο	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03
Πνεύμονας	7.44*10-02	4.76	4.55	4.14	1.54	1.77*10-03
Στομάχι	2.29*10-02	1.46	1.40	1.27	4.74*10-01	5.45*10-04
Κύστη	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03
Συκώτι	4.55*10-02	2.91	2.78	2.53	9.43*10-01	1.08*10-03
Οισοφάγος	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03
Θυροειδής	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03
Δέρμα	1.02*10-01	6.51	6.21	5.66	2.11	2.42*10-03
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	8.29	7.91	7.20	2.68	3.09*10-03
Επινεφρίδια	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03
Εγκέφαλος	1.13*10-01	7.24	6.90	6.28	2.34	2.69*10-03
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	2.53	2.41	2.20	8.18*10-01	9.41*10-04
Μικρό έντερο	3.99*10-02	2.55	2.44	2.22	8.27*10-01	9.51*10-04
Νεφρό	2.17*10-02	1.39	1.33	1.21	4.50*10-01	5.17*10-04
Μυς	4.99*10-02	3.19	3.04	2.77	1.03	1.19*10-03
Πάγκρεας	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03
Σπλήνα	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03
Φακός ματιού	7.58*10-02	4.85	4.63	4.21	1.57	1.81*10-03

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **1000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-7**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Μυελός οστών	5.10*10-01	3.26*10+01	3.11*10+01	2.83*10+01	1.06*10+01	1.21*10-02
Παχύ έντερο	1.28	8.19*10+01	7.82*10+01	7.11*10+01	2.65*10+01	3.05*10-02
Πνεύμονας	2.40*10-01	1.54*10+01	1.47*10+01	1.33*10+01	4.97	5.72*10-03
Στομάχι	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Κύστη	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Συκώτι	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Οισοφάγος	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Θυροειδής	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Δέρμα	6.40*10-01	4.10*10+01	3.91*10+01	3.56*10+01	1.33*10+01	1.52*10-02
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	3.39*10+01	3.24*10+01	2.95*10+01	1.10*10+01	1.26*10-02
Επινεφρίδια	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Εγκέφαλος	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Μικρό έντερο	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Νεφρό	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Μυς	3.60*10-01	2.30*10+01	2.20*10+01	2.00*10+01	7.46	8.58*10-03
Πάγκρεας	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Σπλήνα	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02
Φακός ματιού	5.00*10-01	3.20*10+01	3.05*10+01	2.78*10+01	1.04*10+01	1.19*10-02

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου **HCC1937**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02
Μυελός οστών	1.30*10-01	9.61	9.35	8.84	4.91	8.71*10-02
Παχύ έντερο	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02
Πνεύμονας	7.44*10-02	5.52	5.36	5.07	2.82	5.00*10-02
Στομάχι	2.29*10-02	1.69	1.65	1.56	8.66*10-01	1.54*10-02
Κύστη	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02
Συκώτι	4.55*10-02	3.37	3.28	3.10	1.72	3.05*10-02
Οισοφάγος	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02
Θυροειδής	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02
Δέρμα	1.02*10-01	7.54	7.33	6.93	3.85	6.83*10-02
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	9.60	9.34	8.83	4.90	8.70*10-02
Επινεφρίδια	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02
Εγκέφαλος	1.13*10-01	8.38	8.15	7.70	4.28	7.59*10-02
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	2.93	2.85	2.69	1.49	2.65*10-02
Μικρό έντερο	3.99*10-02	2.96	2.88	2.72	1.51	2.68*10-02
Νεφρό	2.17*10-02	1.61	1.57	1.48	8.22*10-01	1.46*10-02
Μυς	4.99*10-02	3.70	3.59	3.40	1.89	3.35*10-02
Πάγκρεας	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02
Σπλήνα	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02
Φακός ματιού	7.58*10-02	5.62	5.46	5.17	2.87	5.09*10-02

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου **HCC1937**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Μυελός οστών	5.10*10-01	3.78*10+01	3.68*10+01	3.48*10+01	1.93*10+01	3.42*10-01
Παχύ έντερο	1.28	9.49*10+01	9.22*10+01	8.72*10+01	4.84*10+01	8.59*10-01
Πνεύμονας	2.40*10-01	1.78*10+01	1.73*10+01	1.64*10+01	9.08	1.61*10-01
Στομάχι	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Κύστη	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Συκώτι	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Οισοφάγος	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Θυροειδής	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Δέρμα	6.40*10-01	4.74*10+01	4.61*10+01	4.36*10+01	2.42*10+01	4.30*10-01
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	3.93*10+01	3.82*10+01	3.61*10+01	2.01*10+01	3.56*10-01
Επινεφρίδια	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Εγκέφαλος	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Μικρό έντερο	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Νεφρό	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Μυς	3.60*10-01	2.67*10+01	2.59*10+01	2.45*10+01	1.36*10+01	2.42*10-01
Πάγκρεας	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Σπλήνα	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01
Φακός ματιού	5.00*10-01	3.71*10+01	3.60*10+01	3.41*10+01	1.89*10+01	3.36*10-01

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06
Μυελός οστών	1.30*10-01	6.22	5.71	4.81	7.90*10-01	3.31*10-06
Παχύ έντερο	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06
Πνεύμονας	7.44*10-02	3.57	3.28	2.76	4.54*10-01	1.90*10-06
Στομάχι	2.29*10-02	1.10	1.01	8.48*10-01	1.39*10-01	5.83*10-07
Κύστη	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06
Συκώτι	4.55*10-02	2.18	2.00	1.69	2.77*10-01	1.16*10-06
Οισοφάγος	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06
Θυροειδής	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06
Δέρμα	1.02*10-01	4.88	4.48	3.77	6.20*10-01	2.59*10-06
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	6.22	5.71	4.80	7.89*10-01	3.30*10-06
Επινεφρίδια	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06
Εγκέφαλος	1.13*10-01	5.43	4.98	4.19	6.89*10-01	2.88*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	1.90	1.74	1.46	2.41*10-01	1.01*10-06
Μικρό έντερο	3.99*10-02	1.92	1.76	1.48	2.43*10-01	1.02*10-06
Νεφρό	2.17*10-02	1.04	9.57*10-01	8.05*10-01	1.32*10-01	5.54*10-07
Μυς	4.99*10-02	2.39	2.20	1.85	3.04*10-01	1.27*10-06
Πάγκρεας	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06
Σπλήνα	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06
Φακός ματιού	7.58*10-02	3.64	3.34	2.81	4.62*10-01	1.93*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Μυελός οστών	5.10*10-01	2.45*10+01	2.25*10+01	1.89*10+01	3.11	1.30*10-05
Παχύ έντερο	1.28	6.14*10+01	5.64*10+01	4.75*10+01	7.80	3.26*10-05
Πνεύμονας	2.40*10-01	1.15*10+01	1.06*10+01	8.90	1.46	6.12*10-06
Στομάχι	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Κύστη	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Συκώτι	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Οισοφάγος	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Θυροειδής	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Δέρμα	6.40*10-01	3.07*10+01	2.82*10+01	2.37*10+01	3.90	1.63*10-05
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	2.54*10+01	2.33*10+01	1.97*10+01	3.23	1.35*10-05
Επινεφρίδια	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Εγκέφαλος	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Μικρό έντερο	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Νεφρό	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Μυς	3.60*10-01	1.73*10+01	1.59*10+01	1.34*10+01	2.19	9.18*10-06
Πάγκρεας	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Σπλήνα	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05
Φακός ματιού	5.00*10-01	2.40*10+01	2.20*10+01	1.85*10+01	3.05	1.28*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03
Μυελός οστών	1.30*10-01	8.30	7.93	7.25	2.82	4.32*10-03
Παχύ έντερο	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03
Πνεύμονας	7.44*10-02	4.76	4.55	4.16	1.62	2.48*10-03
Στομάχι	2.29*10-02	1.46	1.40	1.28	4.97*10-01	7.62*10-04
Κύστη	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03
Συκώτι	4.55*10-02	2.91	2.78	2.54	9.89*10-01	1.52*10-03
Οισοφάγος	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03
Θυροειδής	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03
Δέρμα	1.02*10-01	6.51	6.23	5.69	2.21	3.39*10-03
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	8.29	7.93	7.24	2.82	4.32*10-03
Επινεφρίδια	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03
Εγκέφαλος	1.13*10-01	7.24	6.92	6.32	2.46	3.77*10-03
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	2.53	2.42	2.21	8.58*10-01	1.32*10-03
Μικρό έντερο	3.99*10-02	2.55	2.44	2.23	8.68*10-01	1.33*10-03
Νεφρό	2.17*10-02	1.39	1.33	1.21	4.72*10-01	7.24*10-04
Μυς	4.99*10-02	3.19	3.05	2.79	1.08	1.66*10-03
Πάγκρεας	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03
Σπλήνα	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03
Φακός ματιού	7.58*10-02	4.85	4.64	4.24	1.65	2.53*10-03

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Μυελός οστών	5.10*10-01	3.26*10+01	3.12*10+01	2.85*10+01	1.11*10+01	1.70*10-02
Παχύ έντερο	1.28	8.19*10+01	7.83*10+01	7.16*10+01	2.78*10+01	4.27*10-02
Πνεύμονας	2.40*10-01	1.54*10+01	1.47*10+01	1.34*10+01	5.22	8.00*10-03
Στομάχι	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Κύστη	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Συκώτι	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Οισοφάγος	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Θυροειδής	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Δέρμα	6.40*10-01	4.10*10+01	3.92*10+01	3.58*10+01	1.39*10+01	2.13*10-02
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	3.39*10+01	3.24*10+01	2.96*10+01	1.15*10+01	1.77*10-02
Επινεφρίδια	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Εγκέφαλος	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Μικρό έντερο	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Νεφρό	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Μυς	3.60*10-01	2.30*10+01	2.20*10+01	2.01*10+01	7.82	1.20*10-02
Πάγκρεας	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Σπλήνα	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02
Φακός ματιού	5.00*10-01	3.20*10+01	3.06*10+01	2.80*10+01	1.09*10+01	1.67*10-02

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02
Μυελός οστών	1.30*10-01	6.89	6.66	6.24	3.12	2.69*10-02
Παχύ έντερο	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02
Πνεύμονας	7.44*10-02	3.95	3.83	3.58	1.79	1.55*10-02
Στομάχι	2.29*10-02	1.21	1.18	1.10	5.50*10-01	4.75*10-03
Κύστη	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02
Συκώτι	4.55*10-02	2.42	2.34	2.19	1.09	9.45*10-03
Οισοφάγος	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02
Θυροειδής	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02
Δέρμα	1.02*10-01	5.40	5.23	4.90	2.45	2.11*10-02
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	6.88	6.66	6.23	3.12	2.69*10-02
Επινεφρίδια	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02
Εγκέφαλος	1.13*10-01	6.01	5.81	5.44	2.72	2.35*10-02
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	2.10	2.03	1.90	9.50*10-01	8.21*10-03
Μικρό έντερο	3.99*10-02	2.12	2.05	1.92	9.60*10-01	8.29*10-03
Νεφρό	2.17*10-02	1.15	1.12	1.05	5.23*10-01	4.51*10-03
Μυς	4.99*10-02	2.65	2.56	2.40	1.20	1.04*10-02
Πάγκρεας	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02
Σπλήνα	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02
Φακός ματιού	7.58*10-02	4.03	3.90	3.65	1.82	1.57*10-02

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Μυελός οστών	5.10*10-01	2.71*10+01	2.62*10+01	2.45*10+01	1.23*10+01	1.06*10-01
Παχύ έντερο	1.28	6.80*10+01	6.58*10+01	6.16*10+01	3.08*10+01	2.66*10-01
Πνεύμονας	2.40*10-01	1.27*10+01	1.23*10+01	1.15*10+01	5.77	4.99*10-02
Στομάχι	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Κύστη	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Συκώτι	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Οισοφάγος	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Θυροειδής	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Δέρμα	6.40*10-01	3.40*10+01	3.29*10+01	3.08*10+01	1.54*10+01	1.33*10-01
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	2.82*10+01	2.72*10+01	2.55*10+01	1.28*10+01	1.10*10-01
Επινεφρίδια	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Εγκέφαλος	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Μικρό έντερο	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Νεφρό	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Μυς	3.60*10-01	1.91*10+01	1.85*10+01	1.73*10+01	8.66	7.48*10-02
Πάγκρεας	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Σπλήνα	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01
Φακός ματιού	5.00*10-01	2.66*10+01	2.57*10+01	2.41*10+01	1.20*10+01	1.04*10-01

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCLD με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε **1000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06
Μυελός οστών	1.30*10-01	5.23	4.83	4.13	7.85*10-01	9.00*10-06
Παχύ έντερο	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06
Πνεύμονας	7.44*10-02	3.00	2.77	2.37	4.51*10-01	5.17*10-06
Στομάχι	2.29*10-02	9.22*10-01	8.52*10-01	7.28*10-01	1.38*10-01	1.59*10-06
Κύστη	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06
Συκώτι	4.55*10-02	1.83	1.70	1.45	2.75*10-01	3.16*10-06
Οισοφάγος	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06
Θυροειδής	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06
Δέρμα	1.02*10-01	4.10	3.79	3.24	6.16*10-01	7.06*10-06
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	5.22	4.83	4.12	7.84*10-01	9.00*10-06
Επινεφρίδια	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06
Εγκέφαλος	1.13*10-01	4.56	4.21	3.60	6.85*10-01	7.85*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	1.59	1.47	1.26	2.39*10-01	2.74*10-06
Μικρό έντερο	3.99*10-02	1.61	1.49	1.27	2.42*10-01	2.77*10-06
Νεφρό	2.17*10-02	8.76*10-01	8.09*10-01	6.91*10-01	1.32*10-01	1.51*10-06
Μυς	4.99*10-02	2.01	1.86	1.59	3.02*10-01	3.46*10-06
Πάγκρεας	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06
Σπλήνα	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06
Φακός ματιού	7.58*10-02	3.06	2.82	2.41	4.59*10-01	5.26*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCLD με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε **1000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Μυελός οστών	5.10*10-01	2.06*10+01	1.90*10+01	1.62*10+01	3.09	3.54*10-05
Παχύ έντερο	1.28	5.16*10+01	4.77*10+01	4.07*10+01	7.75	8.89*10-05
Πνεύμονας	2.40*10-01	9.68	8.94	7.63	1.45	1.67*10-05
Στομάχι	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Κύστη	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Συκώτι	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Οισοφάγος	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Θυροειδής	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Δέρμα	6.40*10-01	2.58*10+01	2.38*10+01	2.04*10+01	3.88	4.44*10-05
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	2.14*10+01	1.97*10+01	1.69*10+01	3.21	3.68*10-05
Επινεφρίδια	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Εγκέφαλος	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Μικρό έντερο	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Νεφρό	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Μυς	3.60*10-01	1.45*10+01	1.34*10+01	1.15*10+01	2.18	2.50*10-05
Πάγκρεας	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Σπλήνα	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05
Φακός ματιού	5.00*10-01	2.02*10+01	1.86*10+01	1.59*10+01	3.03	3.47*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05
Μυελός οστών	1.30*10-01	6.14	5.72	4.96	1.12	4.06*10-05
Παχύ έντερο	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05
Πνεύμονας	7.44*10-02	3.53	3.28	2.85	6.41*10-01	2.33*10-05
Στομάχι	2.29*10-02	1.08	1.01	8.75*10-01	1.97*10-01	7.15*10-06
Κύστη	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05
Συκώτι	4.55*10-02	2.15	2.01	1.74	3.92*10-01	1.42*10-05
Οισοφάγος	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05
Θυροειδής	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05
Δέρμα	1.02*10-01	4.82	4.49	3.89	8.77*10-01	3.18*10-05
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	6.14	5.72	4.96	1.12	4.05*10-05
Επινεφρίδια	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05
Εγκέφαλος	1.13*10-01	5.35	4.99	4.33	9.74*10-01	3.54*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	1.87	1.74	1.51	3.40*10-01	1.24*10-05
Μικρό έντερο	3.99*10-02	1.89	1.76	1.53	3.44*10-01	1.25*10-05
Νεφρό	2.17*10-02	1.03	9.58*10-01	8.31*10-01	1.87*10-01	6.79*10-06
Μυς	4.99*10-02	2.36	2.20	1.91	4.30*10-01	1.56*10-05
Πάγκρεας	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05
Σπλήνα	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05
Φακός ματιού	7.58*10-02	3.59	3.34	2.90	6.53*10-01	2.37*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Μυελός οστών	5.10*10-01	2.42*10+01	2.25*10+01	1.95*10+01	4.39	1.59*10-04
Παχύ έντερο	1.28	6.06*10+01	5.65*10+01	4.90*10+01	1.10*10+01	4.00*10-04
Πνεύμονας	2.40*10-01	1.14*10+01	1.06*10+01	9.19	2.07	7.51*10-05
Στομάχι	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Κύστη	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Συκώτι	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Οισοφάγος	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Θυροειδής	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Δέρμα	6.40*10-01	3.03*10+01	2.82*10+01	2.45*10+01	5.52	2.00*10-04
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	2.51*10+01	2.34*10+01	2.03*10+01	4.57	1.66*10-04
Επινεφρίδια	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Εγκέφαλος	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Μικρό έντερο	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Νεφρό	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Μυς	3.60*10-01	1.70*10+01	1.59*10+01	1.38*10+01	3.10	1.13*10-04
Πάγκρεας	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Σπλήνα	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04
Φακός ματιού	5.00*10-01	2.37*10+01	2.21*10+01	1.91*10+01	4.31	1.56*10-04

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04
Μυελός οστών	1.30*10-01	7.64	7.23	6.47	2.04	7.41*10-04
Παχύ έντερο	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04
Πνεύμονας	7.44*10-02	4.38	4.15	3.72	1.17	4.25*10-04
Στομάχι	2.29*10-02	1.35	1.27	1.14	3.60*10-01	1.31*10-04
Κύστη	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04
Συκώτι	4.55*10-02	2.68	2.54	2.27	7.16*10-01	2.60*10-04
Οισοφάγος	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04
Θυροειδής	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04
Δέρμα	1.02*10-01	5.99	5.67	5.08	1.60	5.82*10-04
Επιφάνεια οστών	1.30*10-01	7.63	7.22	6.47	2.04	7.41*10-04
Επινεφρίδια	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04
Εγκέφαλος	1.13*10-01	6.66	6.30	5.64	1.78	6.46*10-04
Μεγάλο παχύ έντερο	3.95*10-02	2.33	2.20	1.97	6.21*10-01	2.26*10-04
Μικρό έντερο	3.99*10-02	2.35	2.22	1.99	6.28*10-01	2.28*10-04
Νεφρό	2.17*10-02	1.28	1.21	1.08	3.42*10-01	1.24*10-04
Μυς	4.99*10-02	2.94	2.78	2.49	7.84*10-01	2.85*10-04
Πάγκρεας	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04
Σπλήνα	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04
Φακός ματιού	7.58*10-02	4.46	4.22	3.78	1.19	4.33*10-04

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 1000000KBq/m^2 με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Μυελός οστών	5.10*10-01	3.00*10+01	2.84*10+01	2.55*10+01	8.02	2.92*10-03
Παχύ έντερο	1.28	7.54*10+01	7.13*10+01	6.39*10+01	2.01*10+01	7.32*10-03
Πνεύμονας	2.40*10-01	1.41*10+01	1.34*10+01	1.20*10+01	3.77	1.37*10-03
Στομάχι	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Κύστη	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Συκώτι	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Οισοφάγος	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Θυροειδής	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Δέρμα	6.40*10-01	3.77*10+01	3.57*10+01	3.20*10+01	1.01*10+01	3.66*10-03
Επιφάνεια οστών	5.30*10-01	3.12*10+01	2.95*10+01	2.65*10+01	8.34	3.03*10-03
Επινεφρίδια	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Εγκέφαλος	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Μεγάλο παχύ έντερο	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Μικρό έντερο	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Νεφρό	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Μυς	3.60*10-01	2.12*10+01	2.01*10+01	1.80*10+01	5.66	2.06*10-03
Πάγκρεας	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Σπλήνα	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03
Φακός ματιού	5.00*10-01	2.94*10+01	2.79*10+01	2.50*10+01	7.86	2.86*10-03

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **2000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Μυελός οστών	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Παχύ έντερο	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Πνεύμονας	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Στομάχι	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Κύστη	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Συκώτι	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Οισοφάγος	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Θυροειδής	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Δέρμα	1.30*10-01	8.32	1.71	1.03	4.00*10-02	8.21*10-12
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	5.12	1.05	6.36*10-01	2.46*10-02	5.05*10-12
Επινεφρίδια	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Εγκέφαλος	1.50*10-01	9.6	1.97	1.19	4.61*10-02	9.48*10-12
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Μικρό έντερο	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Νεφρό	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Μυς	8.00*10-02	5.12	1.05	6.36*10-01	2.46*10-02	5.05*10-12
Πάγκρεας	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Σπλήνα	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12
Φακός ματιού	1.00*10-01	6.4	1.31	7.96*10-01	3.07*10-02	6.32*10-12

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **2000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-10A**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Μυελός οστών	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Παχύ έντερο	2.60*10-01	16.64	3.42	2.07	7.99*10-02	1.64*10-11
Πνεύμονας	1.58	101.12	2.08*10+01	1.26*10+01	4.86*10-01	9.98*10-11
Στομάχι	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Κύστη	2.50*10-01	16	3.29	1.99	7.69*10-02	1.58*10-11
Συκώτι	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Οισοφάγος	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Θυροειδής	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Δέρμα	1.90*10-01	12.16	2.50	1.51	5.84*10-02	1.20*10-11
Επιφάνεια οστών	1.31	83.84	1.72*10+01	1.04*10+01	4.03*10-01	8.28*10-11
Επινεφρίδια	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Εγκέφαλος	7.50*10-01	48	9.86	5.97	2.31*10-01	4.74*10-11
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	55.68	1.14*10+01	6.92	2.67*10-01	5.50*10-11
Μικρό έντερο	8.80*10-01	56.32	1.16*10+01	7.00	2.71*10-01	5.56*10-11
Νεφρό	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Μυς	1.02	65.28	1.34*10+01	8.12	3.14*10-01	6.44*10-11
Πάγκρεας	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Σπλήνα	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11
Φακός ματιού	6.10*10-01	39.04	8.02	4.85	1.88*10-01	3.85*10-11

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **2000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-7**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Μυελός οστών	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Παχύ έντερο	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Πνεύμονας	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Στομάχι	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Κύστη	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Συκώτι	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Οισοφάγος	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Θυροειδής	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Δέρμα	1.30*10-01	8.32	7.94	7.23	2.69	3.10*10-03
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	5.12	4.88	4.45	1.66	1.91*10-03
Επινεφρίδια	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Εγκέφαλος	1.50*10-01	9.60	9.16	8.34	3.11	3.57*10-03
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Μικρό έντερο	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Νεφρό	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Μυς	8.00*10-02	5.12	4.88	4.45	1.66	1.91*10-03
Πάγκρεας	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Σπλήνα	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03
Φακός ματιού	1.00*10-01	6.40	6.11	5.56	2.07	2.38*10-03

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **2000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **MCF-7**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Μυελός οστών	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Παχύ έντερο	2.60*10-01	1.66*10+01	1.59*10+01	1.45*10+01	5.39	6.19*10-03
Πνεύμονας	1.58	1.01*10+02	9.65*10+01	8.78*10+01	3.27*10+01	3.76*10-02
Στομάχι	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Κύστη	2.50*10-01	1.60*10+01	1.53*10+01	1.39*10+01	5.18	5.96*10-03
Συκώτι	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Οισοφάγος	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Θυροειδής	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Δέρμα	1.90*10-01	1.22*10+01	1.16*10+01	1.06*10+01	3.94	4.53*10-03
Επιφάνεια οστών	1.31	8.38*10+01	8.00*10+01	7.28*10+01	2.71*10+01	3.12*10-02
Επινεφρίδια	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Εγκέφαλος	7.50*10-01	4.80*10+01	4.58*10+01	4.17*10+01	1.55*10+01	1.79*10-02
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	5.57*10+01	5.31*10+01	4.84*10+01	1.80*10+01	2.07*10-02
Μικρό έντερο	8.80*10-01	5.63*10+01	5.37*10+01	4.89*10+01	1.82*10+01	2.10*10-02
Νεφρό	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Μυς	1.02	6.53*10+01	6.23*10+01	5.67*10+01	2.11*10+01	2.43*10-02
Πάγκρεας	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Σπλήνα	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02
Φακός ματιού	6.10*10-01	3.90*10+01	3.72*10+01	3.39*10+01	1.26*10+01	1.45*10-02

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **2000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **HCC1937**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Μυελός οστών	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Παχύ έντερο	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Πνεύμονας	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Στομάχι	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Κύστη	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Συκώτι	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Οισοφάγος	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Θυροειδής	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Δέρμα	1.30*10-01	9.63	9.37	8.86	4.92	8.73*10-02
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	5.93	5.77	5.45	3.03	5.37*10-02
Επινεφρίδια	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Εγκέφαλος	1.50*10-01	1.11*10+01	1.08*10+01	1.02*10+01	5.68	1.01*10-01
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Μικρό έντερο	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Νεφρό	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Μυς	8.00*10-02	5.93	5.77	5.45	3.03	5.37*10-02
Πάγκρεας	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Σπλήνα	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02
Φακός ματιού	1.00*10-01	7.41	7.21	6.81	3.78	6.71*10-02

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου **DSB** μετά από έκθεση σε **2000000KBq/m²** με παραμέτρους κυττάρων τύπου **HCC1937**

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Μυελός οστών	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Παχύ έντερο	2.60*10-01	1.93*10+01	1.87*10+01	1.77*10+01	9.84	1.75*10-01
Πνεύμονας	1.58	1.17*10+02	1.14*10+02	1.08*10+02	5.98*10+01	1.06
Στομάχι	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Κύστη	2.50*10-01	1.85*10+01	1.80*10+01	1.70*10+01	9.46	1.68*10-01
Συκώτι	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Οισοφάγος	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Θυροειδής	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Δέρμα	1.90*10-01	1.41*10+01	1.37*10+01	1.29*10+01	7.19	1.28*10-01
Επιφάνεια οστών	1.31	9.71*10+01	9.44*10+01	8.93*10+01	4.96*10+01	8.80*10-01
Επινεφρίδια	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Εγκέφαλος	7.50*10-01	5.56*10+01	5.40*10+01	5.11*10+01	2.84*10+01	5.04*10-01
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	6.45*10+01	6.27*10+01	5.93*10+01	3.29*10+01	5.84*10-01
Μικρό έντερο	8.80*10-01	6.52*10+01	6.34*10+01	6.00*10+01	3.33*10+01	5.91*10-01
Νεφρό	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Μυς	1.02	7.56*10+01	7.35*10+01	6.95*10+01	3.86*10+01	6.85*10-01
Πάγκρεας	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Σπλήνα	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01
Φακός ματιού	6.10*10-01	4.52*10+01	4.40*10+01	4.16*10+01	2.31*10+01	4.10*10-01

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Μυελός οστών	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Παχύ έντερο	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Πνεύμονας	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Στομάχι	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Κύστη	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Συκώτι	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Οισοφάγος	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Θυροειδής	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Δέρμα	1.30*10-01	6.24	5.73	4.82	7.92*10-01	3.32*10-06
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	3.84	3.52	2.97	4.87*10-01	2.04*10-06
Επινεφρίδια	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Εγκέφαλος	1.50*10-01	7.20	6.61	5.56	9.14*10-01	3.83*10-06
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Μικρό έντερο	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Νεφρό	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Μυς	8.00*10-02	3.84	3.52	2.97	4.87*10-01	2.04*10-06
Πάγκρεας	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Σπλήνα	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06
Φακός ματιού	1.00*10-01	4.80	4.40	3.71	6.09*10-01	2.55*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Μυελός οστών	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Παχύ έντερο	2.60*10-01	1.25*10+01	1.15*10+01	9.64	1.58	6.63*10-06
Πνεύμονας	1.58	7.58*10+01	6.96*10+01	5.86*10+01	9.63	4.03*10-05
Στομάχι	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Κύστη	2.50*10-01	1.20*10+01	1.10*10+01	9.27	1.52	6.38*10-06
Συκώτι	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Οισοφάγος	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Θυροειδής	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Δέρμα	1.90*10-01	9.12	8.37	7.05	1.16	4.85*10-06
Επιφάνεια οστών	1.31	6.29*10+01	5.77*10+01	4.86*10+01	7.98	3.34*10-05
Επινεφρίδια	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Εγκέφαλος	7.50*10-01	3.60*10+01	3.30*10+01	2.78*10+01	4.57	1.91*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	4.18*10+01	3.83*10+01	3.23*10+01	5.30	2.22*10-05
Μικρό έντερο	8.80*10-01	4.22*10+01	3.88*10+01	3.26*10+01	5.36	2.24*10-05
Νεφρό	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Μυς	1.02	4.90*10+01	4.49*10+01	3.78*10+01	6.22	2.60*10-05
Πάγκρεας	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Σπλήνα	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05
Φακός ματιού	6.10*10-01	2.93*10+01	2.69*10+01	2.26*10+01	3.72	1.56*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Μυελός οστών	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Παχύ έντερο	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Πνεύμονας	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Στομάχι	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Κύστη	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Συκώτι	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Οισοφάγος	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Θυροειδής	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Δέρμα	1.30*10-01	8.32	7.95	7.27	2.83	4.33*10-03
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	5.12	4.89	4.47	1.74	2.67*10-03
Επινεφρίδια	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Εγκέφαλος	1.50*10-01	9.60	9.18	8.39	3.26	5.00*10-03
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Μικρό έντερο	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Νεφρό	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Μυς	8.00*10-02	5.12	4.89	4.47	1.74	2.67*10-03
Πάγκρεας	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Σπλήνα	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03
Φακός ματιού	1.00*10-01	6.40	6.12	5.59	2.17	3.33*10-03

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Μυελός οστών	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Παχύ έντερο	2.60*10-01	1.66*10+01	1.59*10+01	1.45*10+01	5.65	8.67*10-03
Πνεύμονας	1.58	1.01*10+02	9.67*10+01	8.84*10+01	3.43*10+01	5.27*10-02
Στομάχι	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Κύστη	2.50*10-01	1.60*10+01	1.53*10+01	1.40*10+01	5.43	8.33*10-03
Συκώτι	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Οισοφάγος	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Θυροειδής	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Δέρμα	1.90*10-01	1.22*10+01	1.16*10+01	1.06*10+01	4.13	6.33*10-03
Επιφάνεια οστών	1.31	8.38*10+01	8.02*10+01	7.33*10+01	2.85*10+01	4.37*10-02
Επινεφρίδια	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Εγκέφαλος	7.50*10-01	4.80*10+01	4.59*10+01	4.19*10+01	1.63*10+01	2.50*10-02
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	5.57*10+01	5.32*10+01	4.86*10+01	1.89*10+01	2.90*10-02
Μικρό έντερο	8.80*10-01	5.63*10+01	5.38*10+01	4.92*10+01	1.91*10+01	2.93*10-02
Νεφρό	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Μυς	1.02	6.53*10+01	6.24*10+01	5.70*10+01	2.22*10+01	3.40*10-02
Πάγκρεας	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Σπλήνα	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02
Φακός ματιού	6.10*10-01	3.90*10+01	3.73*10+01	3.41*10+01	1.33*10+01	2.03*10-02

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Μυελός οστών	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Παχύ έντερο	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Πνεύμονας	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Στομάχι	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Κύστη	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Συκώτι	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Οισοφάγος	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Θυροειδής	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Δέρμα	1.30*10-01	6.91	6.68	6.25	3.13	2.70*10-02
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	4.25	4.11	3.85	1.92	1.66*10-02
Επινεφρίδια	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Εγκέφαλος	1.50*10-01	7.97	7.71	7.22	3.61	3.12*10-02
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Μικρό έντερο	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Νεφρό	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Μυς	8.00*10-02	4.25	4.11	3.85	1.92	1.66*10-02
Πάγκρεας	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Σπλήνα	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02
Φακός ματιού	1.00*10-01	5.31	5.14	4.81	2.41	2.08*10-02

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Μυελός οστών	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Παχύ έντερο	2.60*10-01	1.38*10+01	1.34*10+01	1.25*10+01	6.26	5.40*10-02
Πνεύμονας	1.58	8.39*10+01	8.12*10+01	7.60*10+01	3.80*10+01	3.28*10-01
Στομάχι	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Κύστη	2.50*10-01	1.33*10+01	1.28*10+01	1.20*10+01	6.02	5.19*10-02
Συκώτι	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Οισοφάγος	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Θυροειδής	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Δέρμα	1.90*10-01	1.01*10+01	9.77	9.14	4.57	3.95*10-02
Επιφάνεια οστών	1.31	6.96*10+01	6.73*10+01	6.30*10+01	3.15*10+01	2.72*10-01
Επινεφρίδια	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Εγκέφαλος	7.50*10-01	3.98*10+01	3.85*10+01	3.61*10+01	1.80*10+01	1.56*10-01
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	4.62*10+01	4.47*10+01	4.19*10+01	2.09*10+01	1.81*10-01
Μικρό έντερο	8.80*10-01	4.67*10+01	4.52*10+01	4.23*10+01	2.12*10+01	1.83*10-01
Νεφρό	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Μυς	1.02	5.42*10+01	5.24*10+01	4.91*10+01	2.45*10+01	2.12*10-01
Πάγκρεας	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Σπλήνα	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01
Φακός ματιού	6.10*10-01	3.24*10+01	3.14*10+01	2.93*10+01	1.47*10+01	1.27*10-01

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Μυελός οστών	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Παχύ έντερο	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Πνεύμονας	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Στομάχι	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Κύστη	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Συκώτι	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Οισοφάγος	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Θυροειδής	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Δέρμα	1.30*10-01	5.24	4.84	4.14	7.87*10-01	9.03*10-06
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	3.23	2.98	2.54	4.84*10-01	5.55*10-06
Επινεφρίδια	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Εγκέφαλος	1.50*10-01	6.05	5.59	4.77	9.08*10-01	1.04*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Μικρό έντερο	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Νεφρό	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Μυς	8.00*10-02	3.23	2.98	2.54	4.84*10-01	5.55*10-06
Πάγκρεας	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Σπλήνα	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06
Φακός ματιού	1.00*10-01	4.03	3.73	3.18	6.05*10-01	6.94*10-06

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-10A

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Μυελός οστών	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Παχύ έντερο	2.60*10-01	1.05*10+01	9.69	8.27	1.57	1.81*10-05
Πνεύμονας	1.58	6.37*10+01	5.89*10+01	5.03*10+01	9.57	1.10*10-04
Στομάχι	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Κύστη	2.50*10-01	1.01*10+01	9.31	7.95	1.51	1.74*10-05
Συκώτι	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Οισοφάγος	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Θυροειδής	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Δέρμα	1.90*10-01	7.66	7.08	6.04	1.15	1.32*10-05
Επιφάνεια οστών	1.31	5.28*10+01	4.88*10+01	4.17*10+01	7.93	9.10*10-05
Επινεφρίδια	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Εγκέφαλος	7.50*10-01	3.02*10+01	2.79*10+01	2.39*10+01	4.54	5.21*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	3.51*10+01	3.24*10+01	2.77*10+01	5.27	6.04*10-05
Μικρό έντερο	8.80*10-01	3.55*10+01	3.28*10+01	2.80*10+01	5.33	6.11*10-05
Νεφρό	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Μυς	1.02	4.11*10+01	3.80*10+01	3.24*10+01	6.18	7.08*10-05
Πάγκρεας	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Σπλήνα	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05
Φακός ματιού	6.10*10-01	2.46*10+01	2.27*10+01	1.94*10+01	3.69	4.24*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Μυελός οστών	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Παχύ έντερο	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Πνεύμονας	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Στομάχι	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Κύστη	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Συκώτι	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Οισοφάγος	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Θυροειδής	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Δέρμα	1.30*10-01	6.16	5.73	4.98	1.12	4.07*10-05
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	3.79	3.53	3.06	6.89*10-01	2.50*10-05
Επινεφρίδια	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Εγκέφαλος	1.50*10-01	7.10	6.62	5.74	1.29	4.69*10-05
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Μικρό έντερο	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Νεφρό	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Μυς	8.00*10-02	3.79	3.53	3.06	6.89*10-01	2.50*10-05
Πάγκρεας	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Σπλήνα	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05
Φακός ματιού	1.00*10-01	4.74	4.41	3.83	8.62*10-01	3.13*10-05

Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου MCF-7

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Μυελός οστών	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Παχύ έντερο	2.60*10-01	1.23*10+01	1.15*10+01	9.95	2.24	8.13*10-05
Πνεύμονας	1.58	7.48*10+01	6.97*10+01	6.05*10+01	1.36*10+01	4.94*10-04
Στομάχι	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Κύστη	2.50*10-01	1.18*10+01	1.10*10+01	9.57	2.15	7.82*10-05
Συκώτι	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Οισοφάγος	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Θυροειδής	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Δέρμα	1.90*10-01	9.00	8.38	7.27	1.64	5.94*10-05
Επιφάνεια οστών	1.31	6.20*10+01	5.78*10+01	5.01*10+01	1.13*10+01	4.10*10-04
Επινεφρίδια	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Εγκέφαλος	7.50*10-01	3.55*10+01	3.31*10+01	2.87*10+01	6.46	2.35*10-04
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	4.12*10+01	3.84*10+01	3.33*10+01	7.50	2.72*10-04
Μικρό έντερο	8.80*10-01	4.17*10+01	3.88*10+01	3.37*10+01	7.58	2.75*10-04
Νεφρό	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Μυς	1.02	4.83*10+01	4.50*10+01	3.90*10+01	8.79	3.19*10-04
Πάγκρεας	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Σπλήνα	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04
Φακός ματιού	6.10*10-01	2.89*10+01	2.69*10+01	2.33*10+01	5.26	1.91*10-04

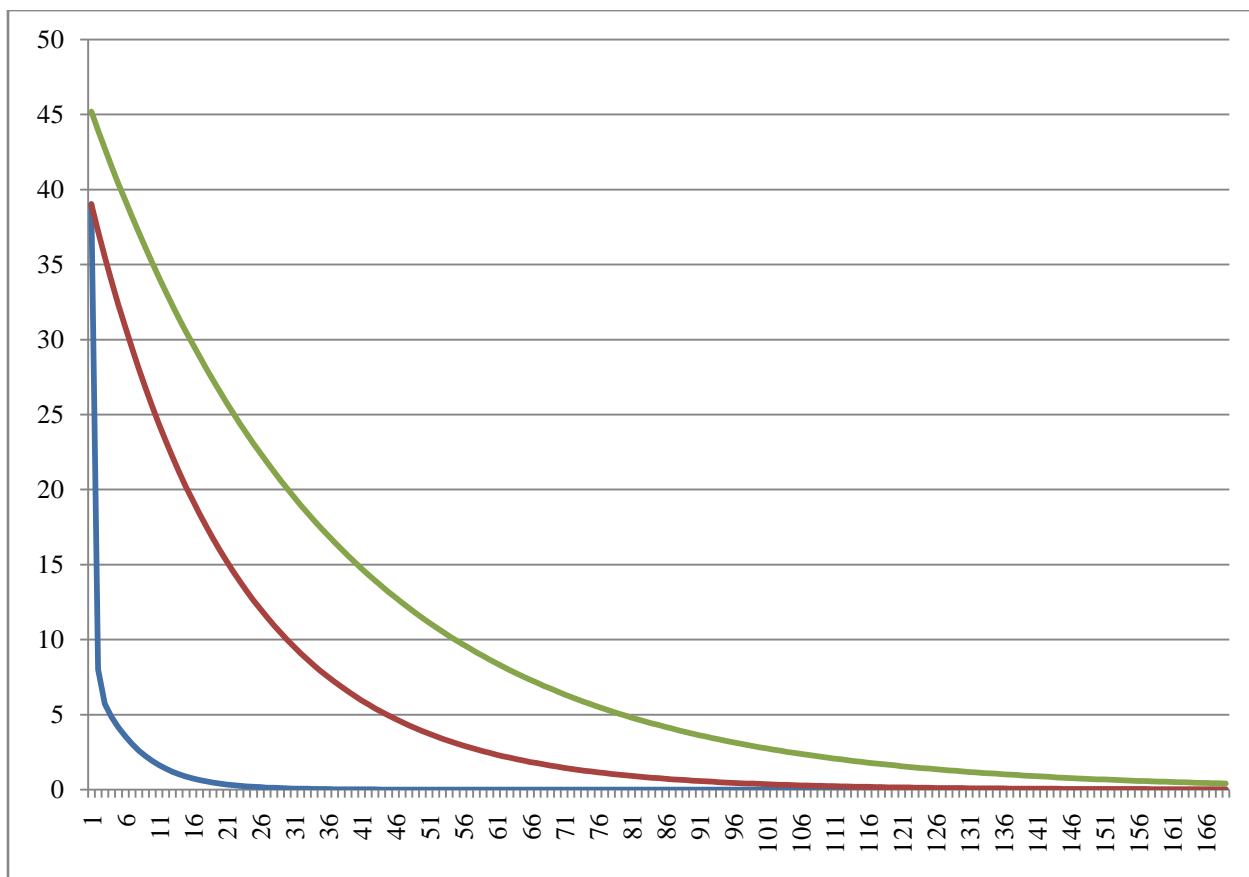
Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCLD με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 μέρας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Μυελός οστών	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Παχύ έντερο	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Πνεύμονας	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Στομάχι	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Κύστη	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Συκώτι	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Οισοφάγος	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Θυροειδής	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Δέρμα	1.30*10-01	7.65	7.24	6.49	2.04	7.43*10-04
Επιφάνεια οστών	8.00*10-02	4.71	4.46	3.99	1.26	4.57*10-04
Επινεφρίδια	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Εγκέφαλος	1.50*10-01	8.83	8.36	7.49	2.36	8.57*10-04
Μεγάλο παχύ έντερο	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Μικρό έντερο	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Νεφρό	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Μυς	8.00*10-02	4.71	4.46	3.99	1.26	4.57*10-04
Πάγκρεας	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Σπλήνα	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04
Φακός ματιού	1.00*10-01	5.89	5.57	4.99	1.57	5.72*10-04

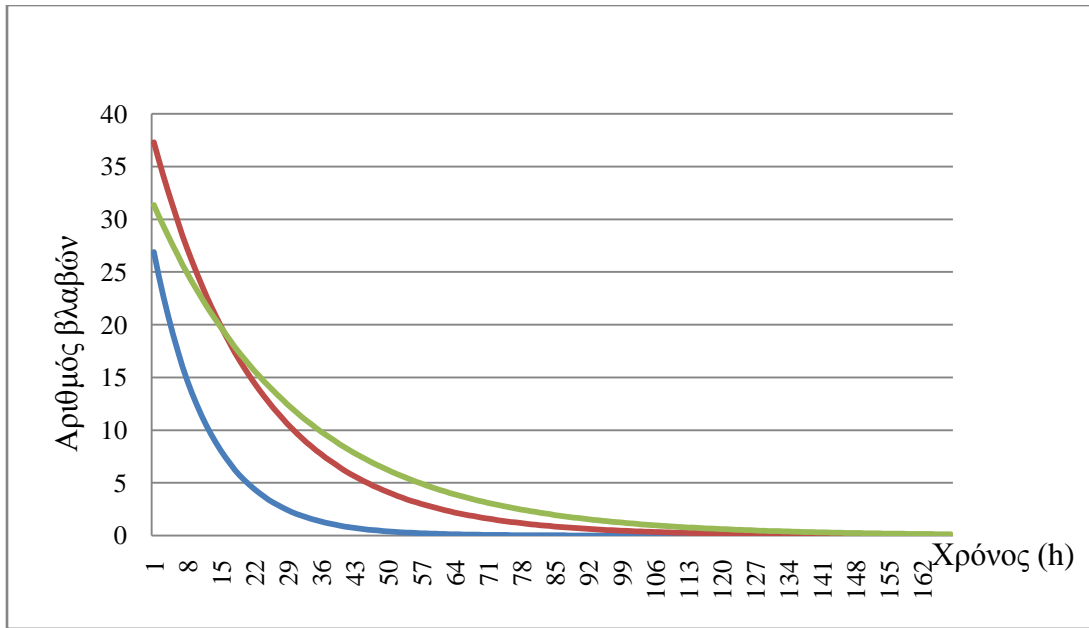
Υπολογισμός βλαβών (σε # βλάβες per cell) DNA τύπου OCLD με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII μετά από έκθεση σε 2000000KBq/m² με παραμέτρους κυττάρων τύπου HCC1937

Ανθρώπινο όργανο	Δόση μετά έκθεση 1 εβδομάδας (Gy)	Αρχικό πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell)	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 ώρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 3 ώρες μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 μέρα μετά την έκθεση	Πλήθος βλαβών (σε # βλάβες per cell) 1 εβδομάδα μετά την έκθεση
Γονάδες	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Μυελός οστών	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Παχύ έντερο	2.60*10-01	1.53*10+01	1.45*10+01	1.30*10+01	4.09	1.49*10-03
Πνεύμονας	1.58	9.30*10+01	8.81*10+01	7.89*10+01	2.49*10+01	9.03*10-03
Στομάχι	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Κύστη	2.50*10-01	1.47*10+01	1.39*10+01	1.25*10+01	3.93	1.43*10-03
Συκώτι	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Οισοφάγος	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Θυροειδής	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Δέρμα	1.90*10-01	1.12*10+01	1.06*10+01	9.49	2.99	1.09*10-03
Επιφάνεια οστών	1.31	7.71*10+01	7.30*10+01	6.54*10+01	2.06*10+01	7.49*10-03
Επινεφρίδια	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Εγκέφαλος	7.50*10-01	4.42*10+01	4.18*10+01	3.74*10+01	1.18*10+01	4.29*10-03
Μεγάλο παχύ έντερο	8.70*10-01	5.12*10+01	4.85*10+01	4.34*10+01	1.37*10+01	4.97*10-03
Μικρό έντερο	8.80*10-01	5.18*10+01	4.90*10+01	4.39*10+01	1.38*10+01	5.03*10-03
Νεφρό	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Μυς	1.02	6.01*10+01	5.68*10+01	5.09*10+01	1.60*10+01	5.83*10-03
Πάγκρεας	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Σπλήνα	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03
Φακός ματιού	6.10*10-01	3.59*10+01	3.40*10+01	3.05*10+01	9.59	3.49*10-03

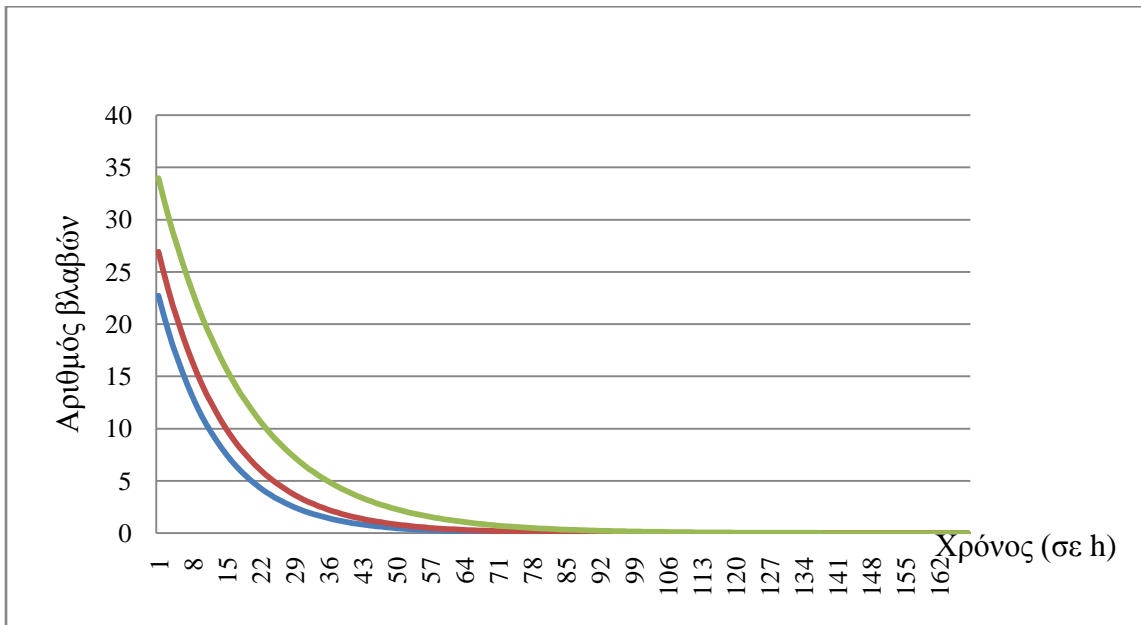
Στο διαγράμματα φαίνεται η εκθετική μείωση μετά από επιφανειακή έκθεση μίας εβδομάδας σε $2.000.000\text{kBq/m}^2$ ^{137}Cs , σε θυρεοειδή. Στο πρώτο διάγραμμα βλέπουμε την μείωση βλαβών τύπου DSB με τις παραμέτρους τριών διαφορετικών τύπων κυττάρου. Στο δεύτερο διάγραμμα βλέπουμε την μείωση βλαβών τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG με τις παραμέτρους τριών διαφορετικών τύπων κυττάρου. Στο τρίτο διάγραμμα βλέπουμε την μείωση βλαβών τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII με τις παραμέτρους τριών διαφορετικών τύπων κυττάρου.



Διάγραμμα 1: Η εκθετική μείωση βλαβών τύπου DSB σε θυρεοειδή. Με **μπλε** για παραμέτρους MCF-10A κυττάρων, με **κόκκινο** για παραμέτρους MCF-7 κυττάρων και με **πράσινο** για παραμέτρους HCC1937 κυττάρων.

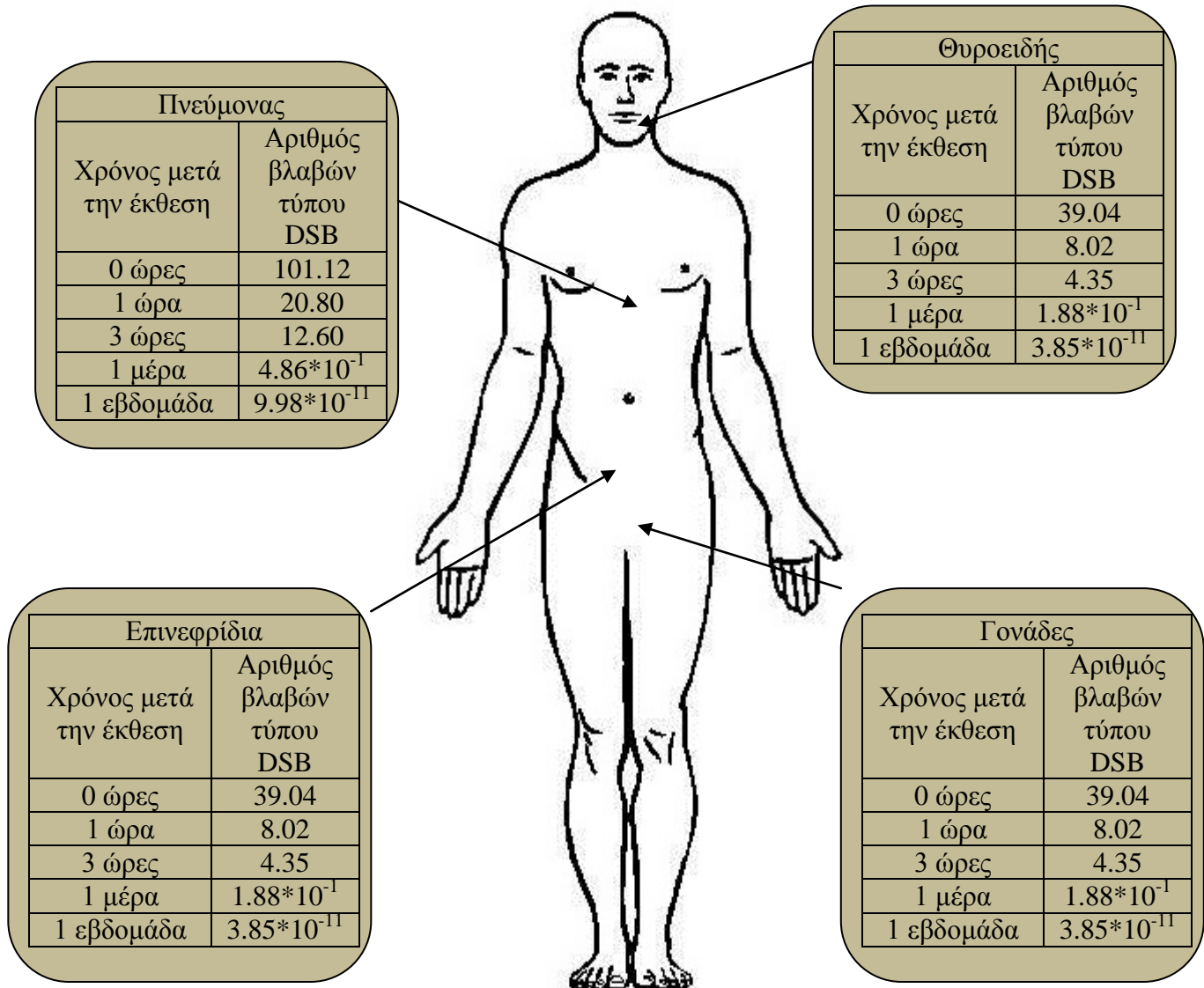


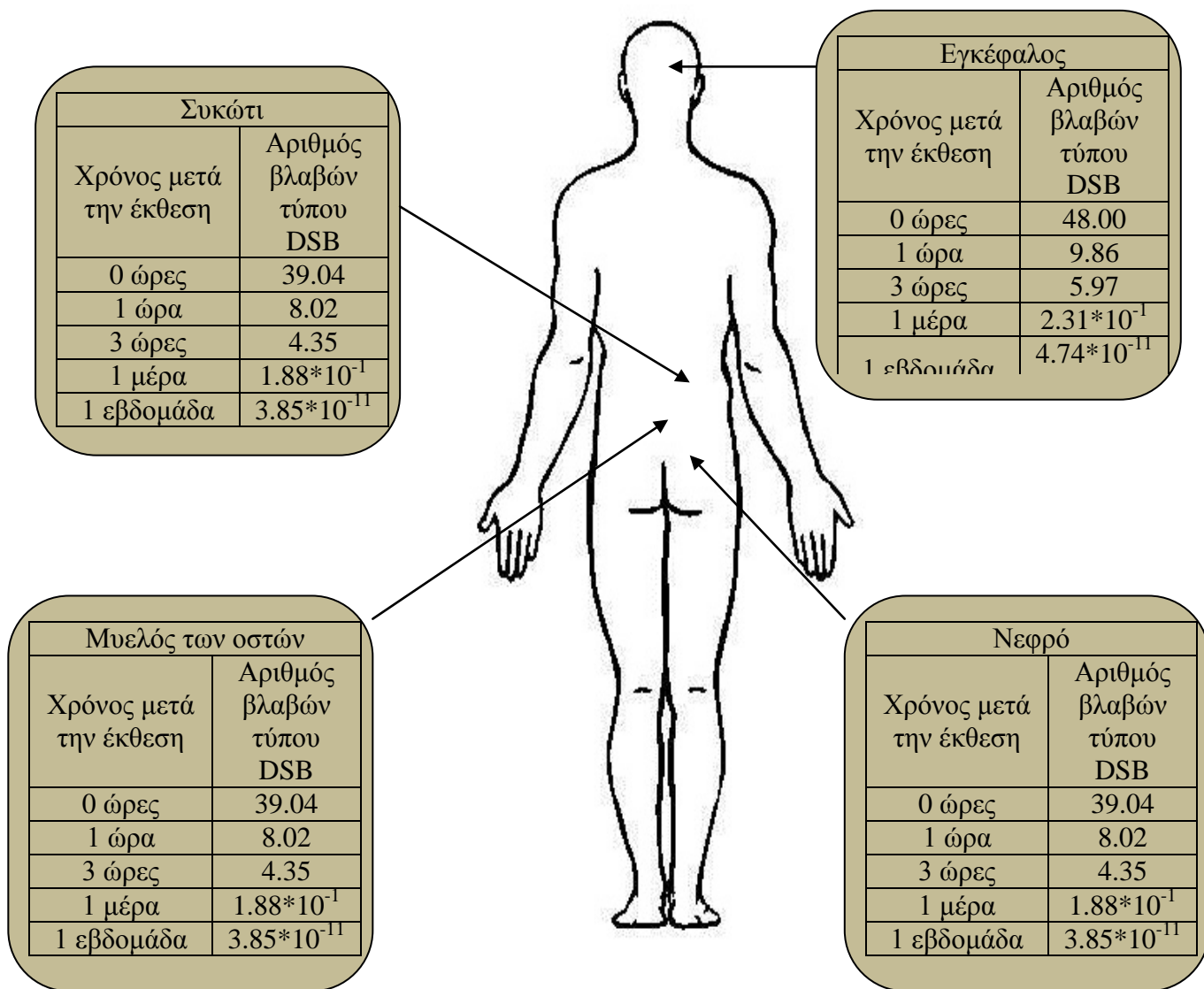
Διάγραμμα 2: Η εκθετική μείωση βλαβών τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG σε θυρεοειδή. Με **μπλε** για παραμέτρους MCF-10A κυττάρων, με **κόκκινο** για παραμέτρους MCF-7 κυττάρων και με **πράσινο** για παραμέτρους HCC1937 κυττάρων.



Διάγραμμα 3: Η εκθετική μείωση βλαβών τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOIII σε θυρεοειδή. Με **μπλε** για παραμέτρους MCF-10A κυττάρων, με **κόκκινο** για παραμέτρους MCF-7 κυττάρων και με **πράσινο** για παραμέτρους HCC1937 κυττάρων.

Μία καλύτερη απεικόνιση της επιδιόρθωσης των βλαβών DNA τύπου DSB σε μερικούς διαφορετικούς ανθρώπινους ιστούς, με παραμέτρους MCF-10A, μετά από 1 ώρα, 3 ώρες, 1 μέρα και 1 εβδομάδα, μετά από επιφανειακή έκθεση μίας εβδομάδας σε $2.000.000 \text{ kBq/m}^2$ ^{137}Cs .





Ο αριθμός των αρχικών DSBs υπολογίστηκε και με μία άλλη ανεξάρτητη μέθοδο για να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Το πρόγραμμα MCDS (Monte Carlo Dose Calculation)⁽²³⁾, μέσω μεθόδων Monte Carlo, υπολογίζει τον αριθμό των clusters ανά κύτταρο για δεδομένη απορροφούμενη δόση. Δέχεται σαν παραμέτρους το μέγεθος του κυττάρου, το μέγεθος του πυρήνα, το είδος της ακτινοβολίας (δεν έχει σαν επιλογή φωτόνια γ) και παραμέτρους σχετικές με το περιβάλλον του κυττάρου. Επειδή δεν δέχεται φωτόνια γ , χρησιμοποιήσαμε ηλεκτρόνια ενέργειας 1MeV σαν υποκατάστατο, καθώς έχει αποδειχτεί ότι είναι καλό ανάλογο για φωτόνια με ενέργειες μεγαλύτερες από 100keV (το ^{137}Cs εκπέμπει φωτόνια ενέργειας 662keV). Τρέξαμε προσομοιώσεις για διάφορες τιμές απορροφούμενων δόσεων και στον πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αρχικά DSBs για υγιή κύτταρα (MCF-10A) για οκτώ διαφορετικές τιμές δόσεων, όπως έχουν υπολογιστεί από τις δύο διαφορετικές μεθόδους, καθώς και η απόκλιση τους. Η σταθερή απόκλιση οφείλεται στο διαφορετικό τρόπο υπολογισμού των αρχικών βλαβών από τις δύο μεθόδους (γεωμετρικά στοιχεία κυττάρων κτλ.). Συγκεκριμένα το πρόγραμμα MCDS υπολογίζει της αρχικές βλάβες DNA για δεδομένη απορροφημένη δόση σε ένα αντιπροσωπευτικό κύτταρο θηλαστικό, χωρίς να έχει τη δυνατότητα διορθώσεων για τη δομή και την οργάνωση της χρωματίνης, τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και το επίπεδο οξειδωσης. Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη, η απόκλιση είναι αναμενόμενη.

Πίνακας 5

Απορροφημένη δόση (Gy)	Αριθμός των DSBs σύμφωνα με το MCDS (# ανά κύτταρο)	Αριθμός των DSBs σύμφωνα με την δική μας μέθοδο(# ανά κύτταρο)	Απόκλιση (%)
$1.85 \cdot 10^{-6}$	$9.79 \cdot 10^{-5}$	$1.18 \cdot 10^{-4}$	20.5
$3.81 \cdot 10^{-5}$	$2.02 \cdot 10^{-3}$	$2.44 \cdot 10^{-3}$	20.8
$7.78 \cdot 10^{-5}$	$4.11 \cdot 10^{-3}$	$4.98 \cdot 10^{-3}$	21.2
$2.10 \cdot 10^{-4}$	$1.11 \cdot 10^{-2}$	$1.34 \cdot 10^{-2}$	20.7
0.10	5.29	6.4	21.0
0.13	6.88	8.29	20.5
1.28	67.7	81.9	21.0
1.58	83.6	101.1	20.9

Πίνακας 5: Σύγκριση του αριθμού των DSBs σε υγιή κύτταρα (τύπου MCF-10A) υπολογισμένα με τις δύο μεθόδους. Η απόκλιση είναι αρκετά μεγάλη, αλλά είναι σταθερή στο 20% περίπου.

8. Συμπεράσματα

Από τους παραπάνω πίνακες και τα διαγράμματα φαίνεται η εκθετική μείωση των βλαβών με την πάροδο του χρόνου, καθώς και οι διαφορές τους για τους διαφορετικούς τύπους βλαβών και κυττάρων. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της έκθεσης, τόσο περισσότερες θα είναι οι αρχικές βλάβες, όπως είναι αναμενόμενο. Επίσης όσο μεγαλύτερη είναι η απορροφούμενη ακτινοβολία τόσο περισσότερες θα είναι οι αρχικές βλάβες. Υπάρχουν φυσικά κάποιες διαφορές ανάλογα με τον τύπο του κυττάρου, στα υγιή κύτταρα (MCF-10A) έχουμε λιγότερες αρχικές βλάβες από ότι στα καρκινικά κύτταρα (MCF-7, HCC1937). Ο τύπος της βλάβης DNA έχει επίσης σημασία στον χρόνο επιδιόρθωσης. Για παράδειγμα, στα υγιή κύτταρα με βλάβες τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή ENDOII η επιδιόρθωση γίνεται πιο γρήγορα από ότι στα υγιή κύτταρα με βλάβες τύπου OCDL με ενζυματικό ανιχνευτή FPG ή τύπου DSB.

Αυτό που χρειαζόμαστε για την επιλογή της κατάλληλης θεραπείας μετά από έκθεση σε ακτινοβολία είναι μία σχέση μεταξύ της δόσης και των βλαβών στο DNA. Οι βλάβες στο DNA μπορούν να μετρηθούν σχετικά εύκολα σε έναν ασθενή. Αν αντιστρέψουμε τις σχέσεις του πίνακα 1 και γνωρίζοντας πόσος χρόνος έχει περάσει από την έκθεση του ασθενή ή άνθρωπο που εκτέθηκε σε μία δόση τυχαία, μπορούμε να υπολογίσουμε την αρχική δόση που έλαβε. Στον πίνακα 6 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι σχέσεις αυτές.

Πίνακας 6

Τύπος κυττάρου	Τύπος για τον υπολογισμό της αρχικής δόσης αν έχει περάσει χρόνος t από την ακτινοβόληση, με βλάβες την χρονική στιγμή τα ίσες με I(t) σε Gy
	DSB
MCF-10A	$d = \frac{I(t)}{5.12 \cdot e^{-3.10 \cdot t} + 1.216 \cdot e^{-0.155 \cdot t}}$
MCF-7	$d = \frac{I(t)}{64 \cdot e^{-0.047 \cdot t}}$
HCC1937	$d = \frac{I(t)}{74.11 \cdot e^{-0.028 \cdot t}}$
	FPG-βλάβες (οξειδωμένες πουρίνες)
MCF-10A	$d = \frac{I(t)}{48 \cdot e^{-0.086 \cdot t}}$
MCF-7	$d = \frac{I(t)}{64 \cdot e^{-0.045 \cdot t}}$
HCC1937	$d = \frac{I(t)}{64 \cdot e^{-0.045 \cdot t}}$
	ENDO III-βλάβες (οξειδωμένες πυριμιδίνες)
MCF-10A	$d = \frac{I(t)}{40.32 \cdot e^{-0.079 \cdot t}}$
MCF-7	$d = \frac{I(t)}{47.36 \cdot e^{-0.071 \cdot t}}$
HCC1937	$d = \frac{I(t)}{58.88 \cdot e^{-0.053 \cdot t}}$

Πίνακας 6: Οι τύποι για τον υπολογισμό της αρχικής δόσης, όπου t είναι ο χρόνος που έχει περάσει από την ακτινοβόληση (σε sec), I(t) είναι οι βλάβες DNA την χρονική στιγμή t, για τους τρεις διαφορετικούς τύπους βλαβών DNA, και για τους τρεις διαφορετικούς τύπους κυττάρων.

9. Βιβλιογραφία

- ⁽¹⁾ Ευάγγελος Ν. Γαζής Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες: Εφαρμογές στην Ιατρική και Βιολογία Εκδόσεις Παπασωτηρίου 2002
- ⁽²⁾ Podgorsak, E. B., ed. (2005). Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Vienna: International Atomic Energy Agency.
- ⁽³⁾ Reactor Concepts Manual Biological Effects of Radiation. USNRC Technical Training Center 0603
- ⁽⁴⁾ Reza Taleei and Hooshang Nikjool (2003) The Non-homologous End-Joining (NHEJ) Pathway for the Repair of DNA Double-Strand Breaks: I. A Mathematical Model. Radiation Research 179, 530-539
- ⁽⁵⁾ Staff, IAEA, AEN/NEA. *International Nuclear and Radiological Events Scale Users' Manual, 2008 Edition*
- ⁽⁶⁾ . <http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Chernobyl-Accident/>
- ⁽⁷⁾ Colin Wessells (2012) Cesium-137: A Deadly Hazard
- ⁽⁸⁾ 2nd Qatar International Trauma Care, Disaster & Emergency Medicine Conformance April 7-11, 2004
- ⁽⁹⁾ . PAG Manual Protective Action Guides and Planning Guidance for Radiological Incidents, 2013
- ⁽¹⁰⁾ . ICRP 103 Table A.3.1
- ⁽¹¹⁾ . ICRP 103 Table A.3.3
- ⁽¹²⁾ Megumi HADA and Alexandros G. GEORGAKILAS (2008) Formation of Clustered DNA Damage after High-LET Irradiation: A Review
- ⁽¹³⁾ . <https://www.neb.com/products/m0240-fpg>
- ⁽¹⁴⁾ . <https://www.neb.com/products/m0268-endonuclease-iii-nth>
- ⁽¹⁵⁾ . http://en.wikibooks.org/wiki/Radiation_Oncology/Radiobiology/DNA_Repair

⁽¹⁶⁾. Dave C. Francisco a, Prakash Peddi a, Jessica M. Hair a, Brittany A. Flood a, Angela M. Cecil a, Peter T. Kalogerinis a, George Sigounas b, Alexandros G. Georgakilas (2008) Induction and processing of complex DNA damage in human breast cancer cells MCF-7 and nonmalignant MCF-10A cells. Free Radical Biology & Medicine 44, 558-569

⁽¹⁷⁾ <http://www.vmcsoftware.com/>

⁽¹⁸⁾. http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/solutions/advisory/egsnrc_index.html

⁽¹⁹⁾. <https://mcnp.lanl.gov/>

⁽²⁰⁾ http://www.lgcstandards-atcc.org/products/all/CRL-10317.aspx?geo_country=gr

⁽²¹⁾ http://www.lgcstandards-atcc.org/products/all/HTB-22.aspx?geo_country=gr

⁽²²⁾ http://www.lgcstandards-atcc.org/products/all/CRL-2336.aspx?geo_country=gr

⁽²³⁾ Dr Rob Stewart

⁽²⁴⁾ <https://irep.nci.nih.gov/radtrat/model/inputs/>

10. Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Γεωργακίλα Αλέξανδρο Επίκουρο Καθηγητή του ΕΜΠ, για την πολύτιμη καθοδήγηση του κατά την διάρκεια της επεξεργασίας της παρούσας εργασίας και για την στήριξη του όταν και όπου χρειάστηκε. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Rob Stewart Associate Professor of Radiation Oncology University of Washington για την παραχώρηση του προγράμματος του και για την βοήθεια του στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του. Ευχαριστώ πολύ την κυρία Μακροπούλου Μυρσίνη Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του ΕΜΠ για τις καίριες ερωτήσεις της, που βοήθησαν πάρα πολύ στην βελτίωση της εργασίας μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Νικητάκη Ζαχαρένια για την βοήθεια της στην επιμέλεια της εργασίας.