

Ραδιολογικά ατυχήματα σε Εργαστήρια Ακτινοθεραπείας

Νίκος Κολλάρος
Ακτινοφυσικός

Μονάδα Ακτινοφυσικής
B Εργαστήριο Ακτινολογίας



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

ΑΤΤΙΚΟΝ



Πιθανότητα ατυχήματος στην Ακτινοθεραπεία



- Το ανθρώπινο σώμα ακτινοβολείται με πολύ υψηλές δόσεις

- Εκτός από τον όγκο ακτινοβολούνται υγιείς ιστοί με δόσεις συγκρίσιμες με αυτές του όγκου

Πιθανότητα ατυχήματος στην Ακτινοθεραπεία



Θεραπεία

Επιβεβαίωση set up

Πλάνο θεραπείας

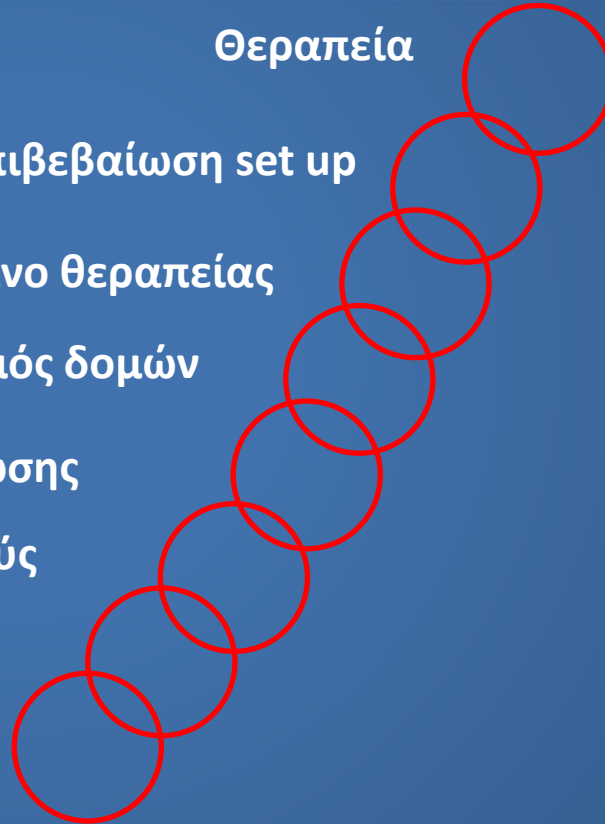
Σχεδιασμός δομών

Απεικόνιση εξομοίωσης

Ακινητοποίηση ασθενούς

Ταυτοποίηση ασθενούς

Διάγνωση



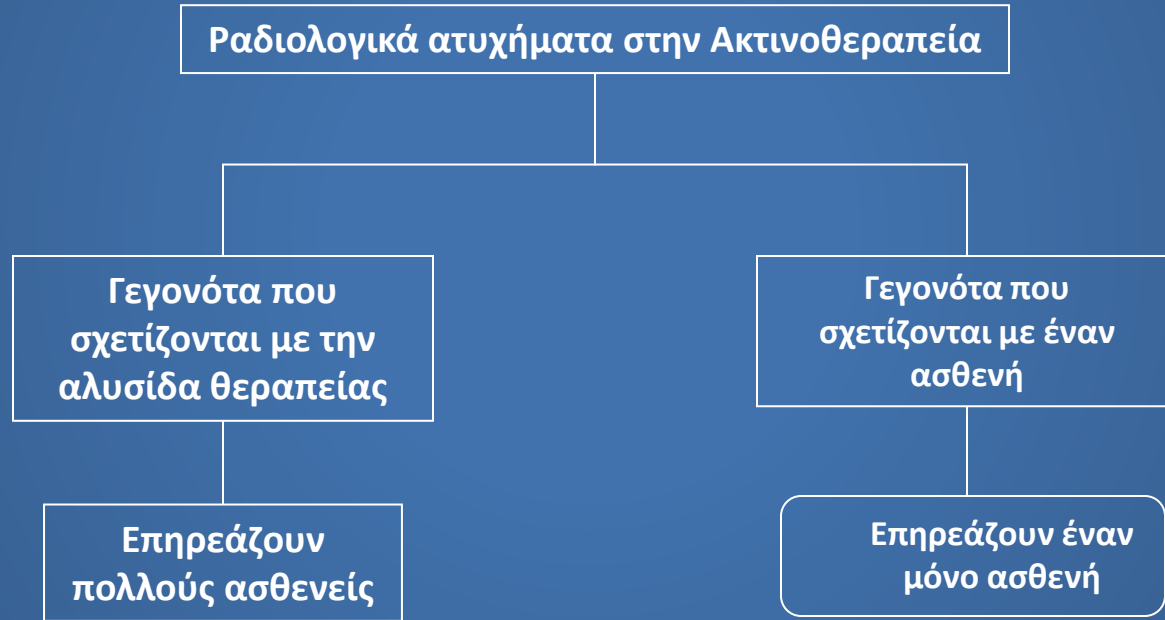
Πιθανότητα ατυχήματος στην Ακτινοθεραπεία







Ταξινόμηση ραδιολογικών ατυχημάτων στην Ακτινοθεραπεία



Ποιοι επηρεάζονται από ατυχήματα στην ΑΚΘ;



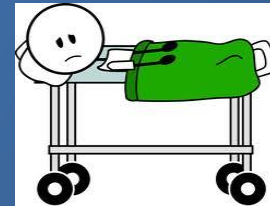
Μέλη του γενικού κοινού



Εργαζόμενοι

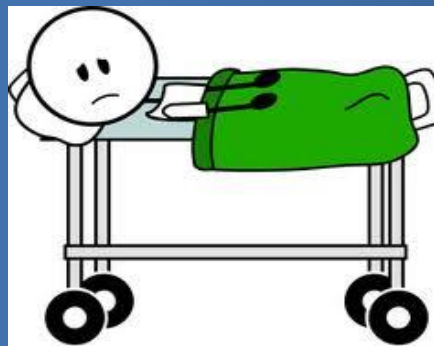


Ασθενείς



Αιτίες ατυχημάτων στην εξωτερική Ακτινοθεραπεία

- Στην εξωτερική Ακτινοθεραπεία, τα ατυχήματα μπορεί να συνδέονται με:
 - Εξοπλισμό
 - Βαθμονόμηση δέσμης
 - Συντήρηση
 - Σύστημα σχεδιασμού θεραπείας
 - Υπολογισμό δόσης
 - Εξομοίωση θεραπείας
 - Τοποθέτηση ασθενούς και ακτινοβόληση



Πρόγραμμα Διασφάλισης Ποιότητας

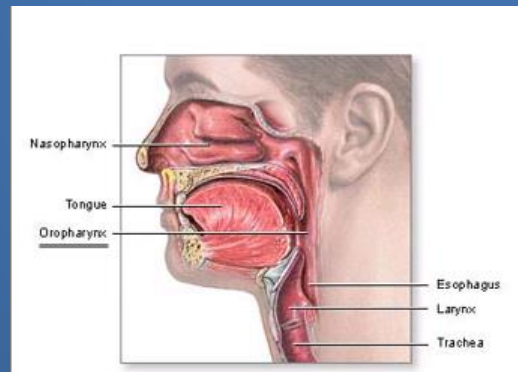
- Τα προγράμματα διασφάλισης ποιότητας έχουν εξελιχθεί πέρα από την επιβεβαίωση της σωστής λειτουργίας του εξοπλισμού και συμπεριλαμβάνουν πλέον ολόκληρες διαδικασίες, από την συνταγογράφηση στην χορήγηση και στην παρακολούθηση μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας
- Οι κυριότερες ακούσιες εκθέσεις συνέβησαν από την απουσία σαφώς καταγεγραμμένων διαδικασιών και ελέγχων, είτε επειδή δεν υπήρχε πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας είτε επειδή δεν εφαρμόζεται πλήρως (παραλείπονται έλεγχοι).

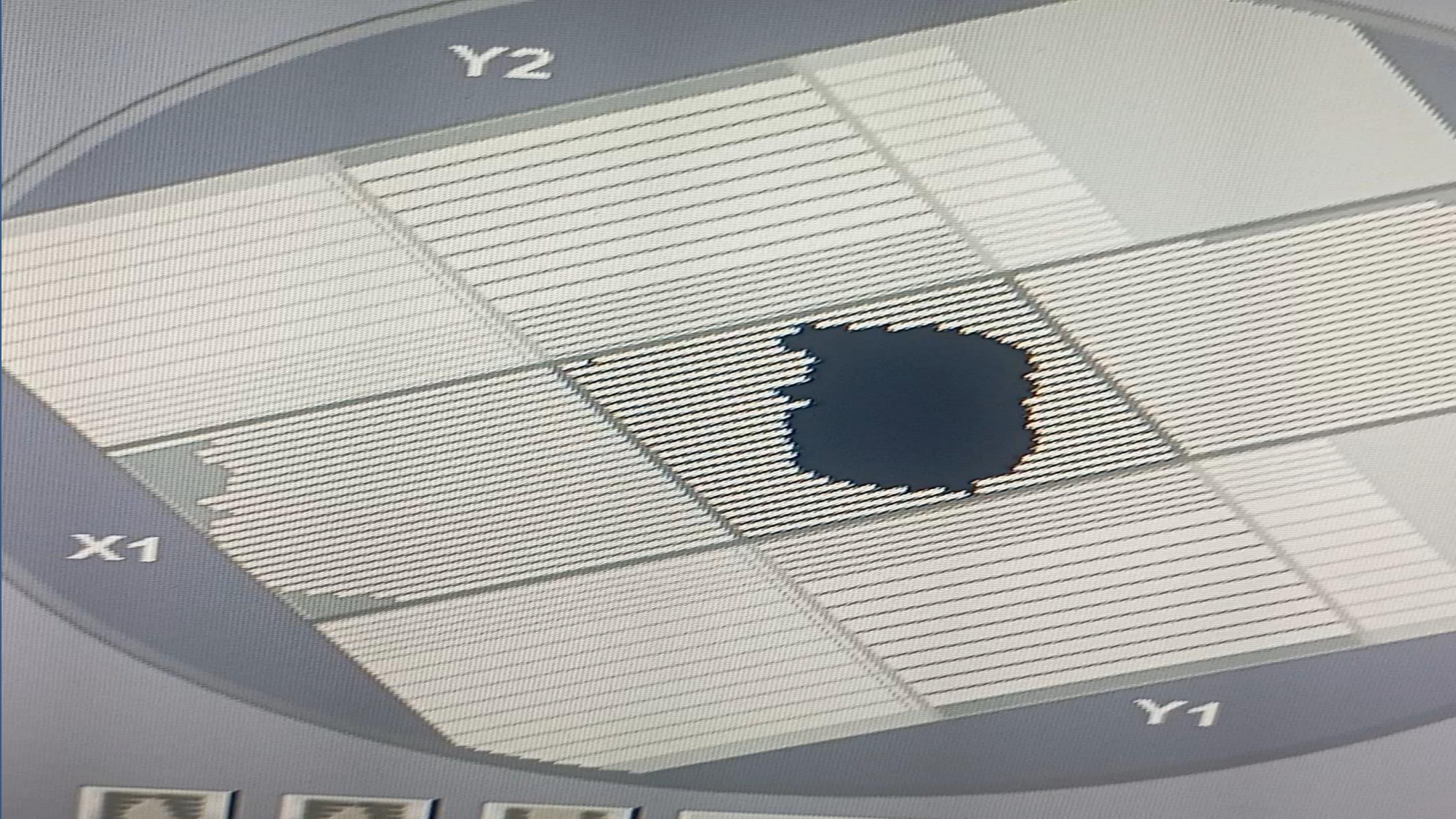
Σοβαρά ραδιολογικά συμβάντα στην εξωτερική ΑΚΘ

Το συμβάν της Νέας Υόρκης

Μάρτιος 2005, κάπου στην πολιτεία της Νέας Υόρκης, ΗΠΑ

Ασθενής πρόκειται να υποβληθεί σε θεραπεία καρκίνου κεφαλής – τραχήλου με IMRT τεχνική (οροφαρυγν)

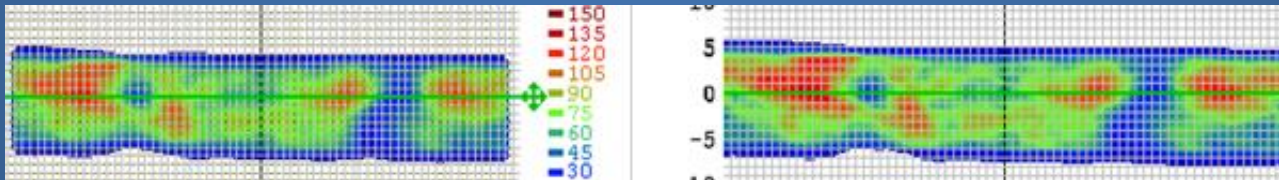
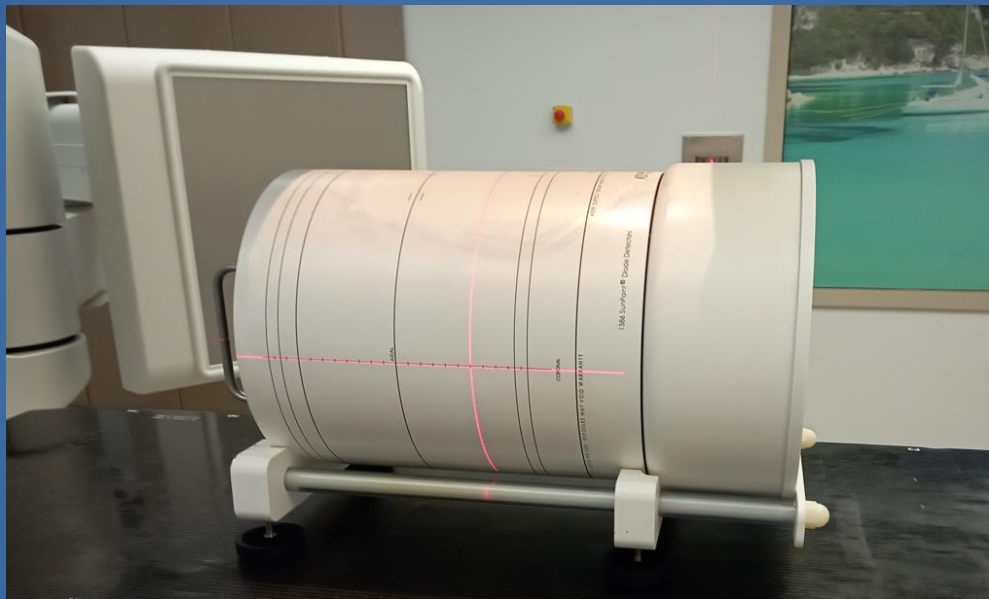




Y2

X1

Y1



Το συμβάν της Νέας Υόρκης

ΤΙ ΣΥΝΕΒΗ;

Ένα IMRT πλάνο ετοιμάζεται: “1 Oropharynx”. Ένα PSQA πλάνο δημιουργείται στο TPS και οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται με EPID* επιβεβαιώνουν την ορθότητα του πλάνου



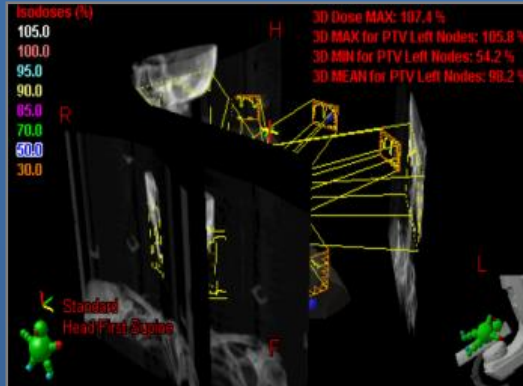
*Electronic Portal Imaging Device (Picture: P.Munro)

Το συμβάν της Νέας Υόρκης

Ξεκινάει η θεραπεία του ασθενούς με το πλάνο “1 Oropharynx”.

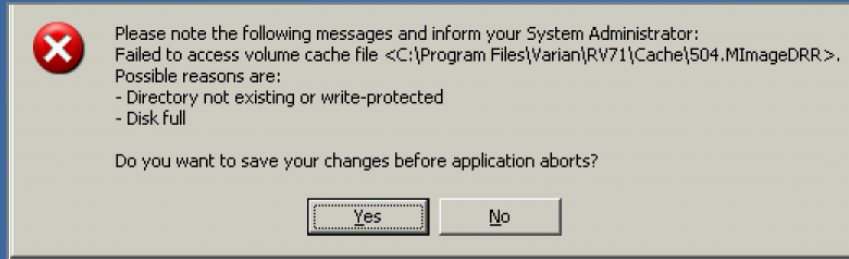
Οι συνεδρίες #1, 2, 3 και 4 δίνονται σωστά.

Ο γιατρός ζητάει αλλαγή στην κατανομή της δόσης ώστε να μειωθεί η δόση στα δόντια.



Το συμβάν της Νέας Υόρκης

Εμφανίζεται το παρακάτω μήνυμα

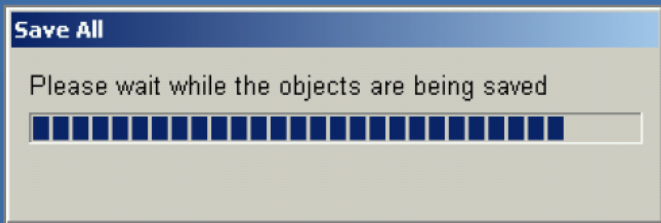


Ο χρήστης πατάει “Yes”, και ξεκινάει μία δεύτερη ανεξάρτητη διαδικασία αποθήκευσης.

Τα MLC control point data αποθηκεύονται προσωρινά στον server .

Το συμβάν της Νέας Υόρκης

- The DRR, παραμένουν κλειδωμένα στην πρώτη αποτυχημένη προσπάθεια αποθήκευσης
- Το δεύτερο save δεν μπορεί να ολοκληρωθεί
- Το software φαίνεται “παγωμένο”



Το συμβάν της Νέας Υόρκης

- Ο χρήστης τερματίζει χειροκίνητα το TPS software, πιθανότατα με Ctrl-Alt-Del ή με Windows Task Manager
- Στον χειροκίνητο τερματισμό η βάση δεδομένων επανέρχεται στην τελευταία κατάσταση
- Το πλάνο τώρα περιέχει (1) Δεδομένα ροών (2) όχι ολοκληρωμένα DRR (3) όχι MLC control point data

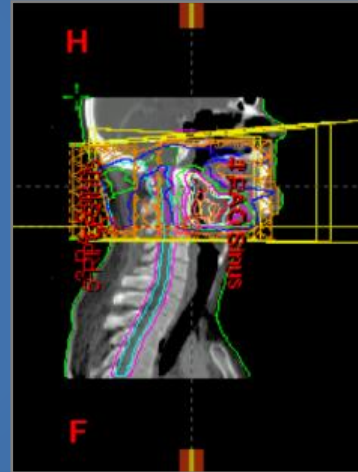
CTRL - ALT - DEL



Το συμβάν της Νέας Υόρκης

Στα επόμενα 12 s, ένας άλλος σταθμός εργασίας χρησιμοποιείται για να ανοιχθεί το πλάνο του ασθενούς

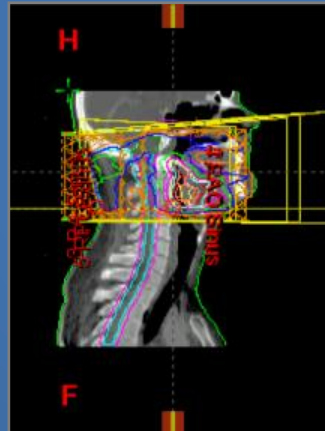
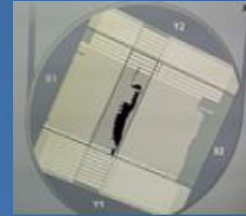
Οι ροές των φωτονίων είναι ήδη αποθηκευμένες. Ο υπολογισμός της κατανομής της δόσης έχει γίνει και έχει αποθηκευτεί. Τα MLC control point data δεν είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό της κατανομής δόσης



Οβελιαία τομή με πεδία και κατανομή δόσης

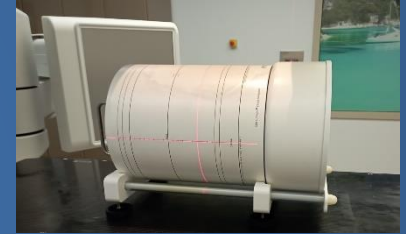
Το συμβάν της Νέας Υόρκης

Χωρίς MLC control points!



Το συμβάν της Νέας Υόρκης

- Δεν δημιουργήθηκε πλάνο επιβεβαίωσης όπως προέβλεπε το πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας της κλινικής.

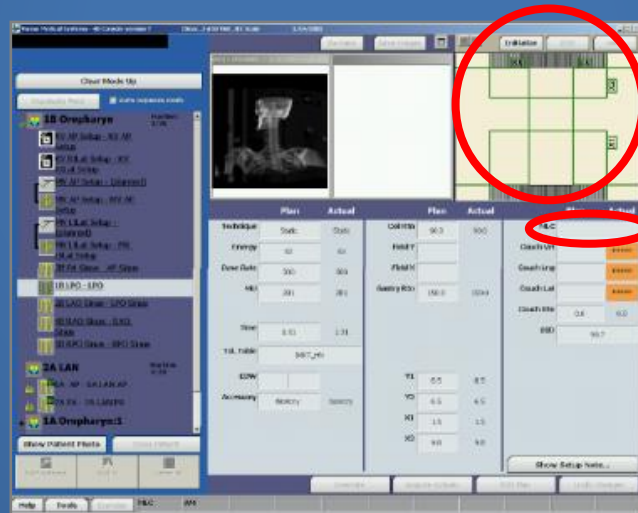


- Το πλάνο στη συνέχεια προετοιμάστηκε για την πραγματοποίηση της θεραπείας.
- Το πλάνο έγινε αποδεκτό (approved) από γιατρό.
- Το πλάνο δεν ελέγχθηκε από δεύτερο φυσικό όπως προέβλεπε το πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας.

Το συμβάν της Νέας Υόρκης

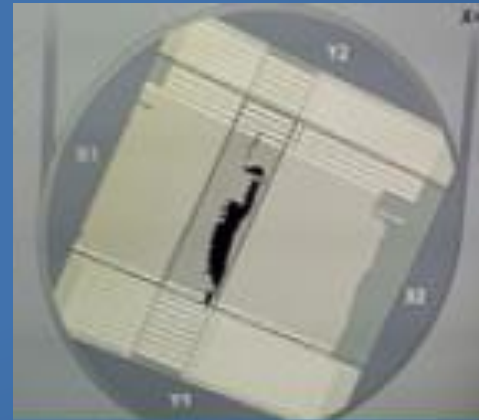
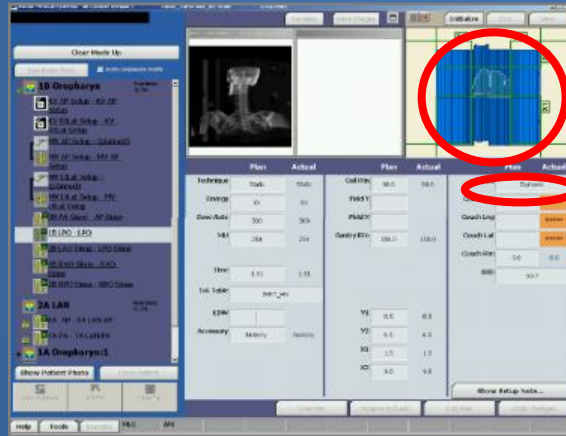
14 Μαρτίου 2005, 1 μ.μ. Η θεραπεία πραγματοποιείται.

Στην οθόνη της κονσόλας φαινόταν!



Το συμβάν της Νέας Υόρκης

Αναμενόμενη εικόνα οθόνης



Το συμβάν της Νέας Υόρκης

Ανακάλυψη του ατυχήματος:

15-16 Μαρτίου 2005

- Ο ασθενής ακτινοβολείται χωρίς MLC για τρεις συνεδρίες
- Την 16 Μαρτίου δημιουργείται πλάνο επιβεβαίωσης και δίνεται στον γραμμικό. Ο Φυσικός παρατηρεί ότι δεν υπάρχουν MLC.
- Δημιουργείται δεύτερο πλάνο επιβεβαίωσης και το αποτέλεσμα είναι το ίδιο.



Αποτέλεσμα του ατυχήματος:

Ο ασθενής έλαβε 13 Gy ανά συνεδρία για τρεις συνεδρίες, δηλαδή 39 Gy σε τρεις συνεδρίες. Ο ασθενής απεβίωσε εξαιτίας του ατυχήματος.



THE RADIATION BOOM

Radiation Offers New Cures, and Ways to Do Harm

Το συμβάν στο Erinal



Το συμβάν στο Erinal

Μάιος 2004, κέντρο Jean Monnet

- Αποφασίστηκε η αλλαγή από φυσικά φίλτρα (hard wedges) σε δυναμικά (soft wedges) για ασθενείς με καρκίνο προστάτη
- Υπήρχε μόνο ένας ακτινοφυσικός που παράλληλα εξυπηρετούσε on call και άλλη κλινική



Το συμβάν στο Epiral

- Στο αρμόδιο προσωπικό έγιναν δύο σύντομες επιδείξεις
- Το manual δεν ήταν γραμμένο στη μητρική τους γλώσσα

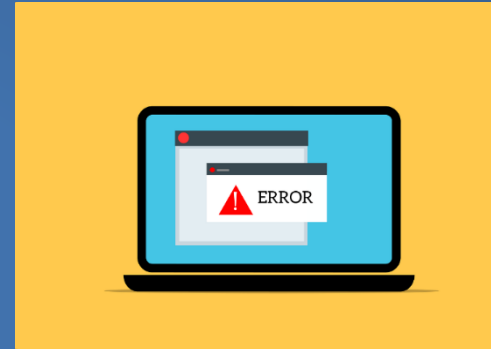


Το συμβάν στο Epiral

ΤΙ ΣΥΝΕΒΗ;

Ξεκίνησαν πλάνα με χρήση δυναμικών φίλτρων

- Δεν είχε όλο το προσωπικό καταλάβει τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος σχεδιασμού πλάνων θεραπείας
- Κάποιοι επέλεξαν τη χρήση φυσικών φίλτρων πιστεύοντας ότι έχουν επιλέξει δυναμικά



<input type="checkbox"/>	15
<input type="checkbox"/>	30
<input type="checkbox"/>	45
<input type="checkbox"/>	DW

Το συμβάν στο Epiral

- Αντίθετα έπρεπε να επιλέξουν δυναμικά φίλτρα...



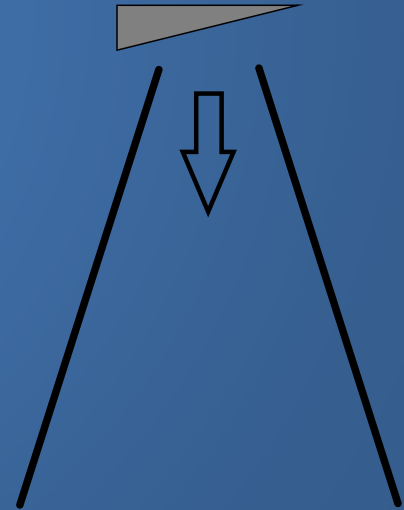
<input type="checkbox"/>	15
<input type="checkbox"/>	30
<input type="checkbox"/>	45
<input checked="" type="checkbox"/>	DW

15
30
45

Το συμβάν στο Epiral



Τα ΜΥ υπολογίστηκαν για φυσικά φίλτρα και ήταν πολύ περισσότερα από αυτά που χρειάζονταν για την ίδια δόση



Το συμβάν στο Epiral

- Θεραπείες με εσφαλμένα ΜΥ's πραγματοποιήθηκαν για περισσότερο από ένα χρόνο (6 Μαΐου 2004 – 1 Αυγούστου 2005).
- Τουλάχιστον ασθενείς 23 έλαβαν 20% μεγαλύτερη δόση.
- Στο διάστημα Σεπτέμβριος 2005 – Σεπτέμβριος 2006 4 ασθενείς πέθαναν. Τουλάχιστον 10 ασθενείς εμφάνισαν σοβαρές παρενέργειες.



Το συμβάν στο Epiral

Αφού ανακαλύφθηκε το λάθος...

- 7 ασθενείς ενημερώθηκαν το τελευταίο τρίμηνο του 2005
- 16 άλλοι ασθενείς θεωρήθηκε ότι δεν έχουν επηρεαστεί ...Από αυτούς
 - 3 ενημερώθηκαν από έναν άλλο γιατρό και όχι από τον ακτινοθεραπευτή
 - 1 το έμαθε από τρίτο πρόσωπο
 - 1 το έμαθε από τον τύπο
 - 1 άκουσε κάποιο γιατρό να το λέει σε συνάδελφό του
 - 4 ενημερώθηκαν από την διοίκηση πριν γραφτεί στις εφημερίδες
 - 1 πέθανε πριν ενημερωθεί



Το συμβάν στο Epiral

Οι συνέπειες στο προσωπικό

- Εκτός από το λάθος, η απόκρυψή του θεωρήθηκε σοβαρό παράπτωμα.
- 2 Ογκολόγοι καταδικάστηκαν τον Ιανουάριο του 2013 σε 4 χρόνια φυλάκισης και πρόστιμο 20,000 EUR ο καθένας
- Ο Φυσικός καταδικάστηκε σε 3 χρόνια φυλάκισης και πρόστιμο 10,000 EUR



Το συμβάν στο Epiral

Σύνοψη

1. Η κλινική αποφάσισε να εφαρμόσει δυναμικά φίλτρα
2. Η εκπαίδευση του προσωπικού ήταν πολύ περιορισμένη για την χρήση δυναμικών φίλτρων
3. Το εγχειρίδιο χρήσης δεν ήταν γραμμένο στην μητρική τους γλώσσα
4. Ο μοναδικός ακτινοφυσικός ήταν επίσης σε ετοιμότητα σε άλλη κλινική
5. Ο υπολογισμός των MU έγινε για φυσικά φίλτρα
6. Οι θεραπείες χορηγήθηκαν με δυναμικά φίλτρα
7. Τα MU για φυσικά φίλτρα είναι σημαντικά περισσότερα από ό,τι για δυναμικά φίλτρα, με αποτέλεσμα να λάβουν οι ασθενείς αυξημένες δόσεις

Τουλάχιστον 23 ασθενείς έλαβαν μεγαλύτερη δόση κατά τουλάχιστον 20% από την συνταγογραφούμενη!

Μείωση της πιθανότητας ατυχημάτων στην εξωτερική Ακτινοθεραπεία



Μείωση της πιθανότητας ατυχημάτων στην εξωτερική Ακτινοθεραπεία

- Συστήματα ασφαλείας
- Commissioning
- Ποιοτικοί έλεγχοι
- In vivo δοσιμέτρηση
- Απεικόνιση IGRT
- Επαρκές και κατάλληλα
εκπαιδευμένο προσωπικό

Αιτίες ατυχημάτων στην Βραχυθεραπεία

- Σχεδιασμός εξοπλισμού
- Παραγγελία και παραλαβή πηγής
- Βαθμονόμηση πηγής
- Ταυτοποίηση ασθενούς
- Συνταγογράφηση
- Πλάνο θεραπείας
- Συστήματα ασφάλειας



Σοβαρά ραδιολογικά συμβάντα στην Βραχυθεραπεία

Το συμβάν στην Ιντιάνα

- Ασθενής υποβάλλεται σε Βραχυθεραπεία υψηλού ρυθμού δόσης (HDR) με afterloader για καρκίνωμα πρωκτού, στις 16 Νοεμβρίου 1992.
- Η πηγή Ir-192 ενεργότητας 4.3 Ci τοποθετήθηκε σε διάφορες θέσεις καθενός από τους πέντε καθετήρες οι οποίοι θα παρέμεναν στο σώμα του ασθενούς στις επόμενες θεραπείες.
- Το προσωπικό αντιμετώπισε δυσκολία στην τοποθέτηση της πηγής σε ένα από τους πέντε καθετήρες

Σοβαρά ραδιολογικά συμβάντα στην Βραχυθεραπεία

Το συμβάν στην Ιντιάνα

- Το προσωπικό δεν αντιλήφθηκε ότι ένα μικρό κομμάτι σύρματος που περιείχε την πηγή είχε κοπεί και είχε παραμείνει μέσα σε έναν καθετήρα που ήταν τοποθετημένος μέσα στον ασθενή.
- Η ασθενής μεταφέρθηκε σε ένα κοντινό γηροκομείο. Η πηγή παρέμεινε μέσα στο σώμα της για τέσσερις μέρες μέχρι που ο καθετήρας έπεσε κάτω. Την επόμενη μέρα, 21 Νοεμβρίου, η ασθενής πέθανε.
- Μία νοσηλεύτρια τον τοποθέτησε μέσα σε μία κόκκινη σακούλα για μολυσματικά απόβλητα χωρίς να γνωρίζουν ότι περιέχει την ραδιενεργό πηγή. Η σακούλα παρέμεινε σε χώρο αποθήκευσης για άλλες πέντε μέρες.

Σοβαρά ραδιολογικά συμβάντα στην Βραχυθεραπεία

Το συμβάν στην Ιντιάνα

- Στις 25 Νοέμβρη μεταφέρθηκε στην εγκατάσταση της μεταφορικής εταιρίας στο Carnegie, PA και από εκεί σε μία εγκατάσταση στο Warren, OH.
- Εκεί, ανιχνεύτηκε εκπομπή ακτινοβολίας από το φορτηγό, οπότε επέστρεψε στο Carnegie, όπου παρέμεινε μέχρι τις 30 Νοέμβρη.
- 1^η Δεκέμβρη: Εντοπίστηκε η πηγή στο φορτηγό και ανακάλυψαν την προέλευσή της στο γηροκομείο, ενώ από εκεί ειδοποιήθηκε το νοσοκομείο.
- Μέχρι τότε, η πηγή έλειπε από το νοσοκομείο για 16 ημέρες, χωρίς κανείς να το αντιληφθεί.



Σοβαρά ραδιολογικά συμβάντα στην Βραχυθεραπεία

Το συμβάν στην Ιντιάνα

- Το προσωπικό, οι τρόφιμοι και οι επισκέπτες του γηροκομείου εκτέθηκαν στην ακτινοβολία
- Οι δόσεις από ακτινοβολία σε 94 άτομα που σχετίζονταν με το γεγονός κυμάνθηκαν από 0.4 mSv έως 0.22 Sv
- Μεγάλος αριθμός τροφίμων εργαζόμενων και επισκεπτών του γηροκομείου ακτινοβολήθηκαν με άγνωστες δόσεις

Το συμβάν στην Ιντιάνα

- Αντιφατικές πληροφορίες- Στην κονσόλα χειρισμού εμφανιζόταν το μήνυμα “source shielded” ενώ ο ανιχνευτής ακτινοβολίας χώρου έδειχνε την παρουσία ακτινοβολίας.
- Η οθόνη που έδειχνε τον ρυθμό δόσης που κατέγραφε ο ανιχνευτής ακτινοβολίας είχε ένα ιστορικό κακής λειτουργίας και δεν την εμπιστεύονταν.
- Δεν χρησιμοποιήθηκε φορητό survey meter για την επιβεβαίωση της επιστροφής της πηγής μετά το τέλος της θεραπείας.



Μείωση της πιθανότητας ατυχημάτων στην Βραχυθεραπεία

Γενικά

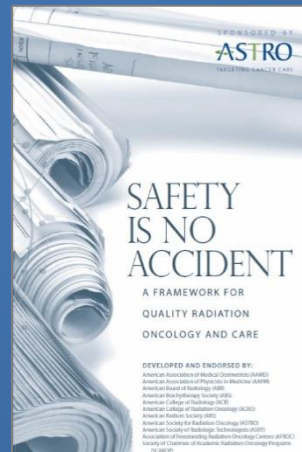
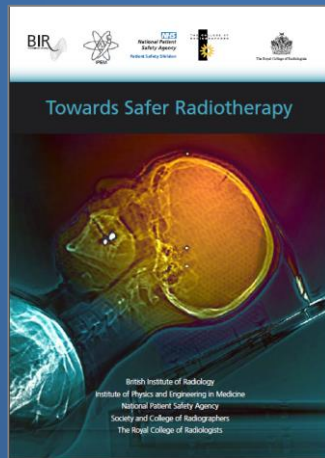
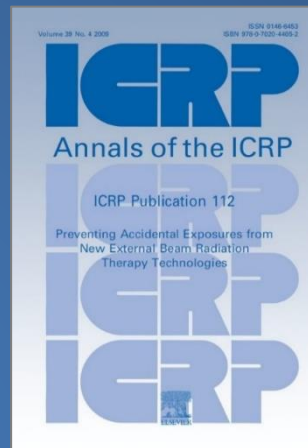
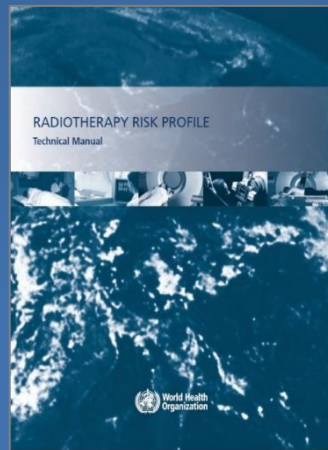
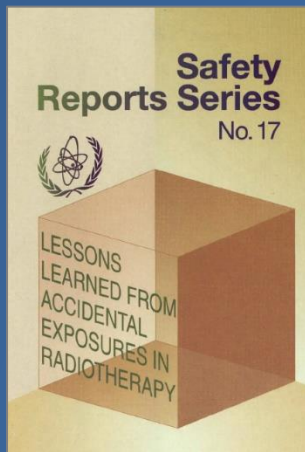
- QA μηχανήματος (Afterloading devices)
- QA εξαρτημάτων (π.χ. Transfer tubes)
- Βαθμονόμηση πηγής
- QA συσκευών απεικόνισης
- Θέματα ακτινοπροστασίας

Σχετικά με τον ασθενή και την θεραπεία

- Εισαγωγή εφαρμογέα
- Συνταγογράφηση
- Υπολογισμός δόσης
- Προετοιμασία πηγής



Κουλτούρα Διασφάλισης Ποιότητας



Αναφορές

1. Safety Reports Series No. 17.

http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/Selected_Book_in_the_series/Safety-Reports-Series/73/17

2. Radiotherapy Risk Profile.

http://www.who.int/patientsafety/activities/technical/radiotherapy_risk_profile.pdf

3. Towards Safer Radiotherapy.

<https://www.rcr.ac.uk/towards-safer-radiotherapy>

4. ICRP 112.

<http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20112>

5. Safety is No Accident.

https://www.astro.org/uploadedFiles/Main_Site/Clinical_Practice/Patient_Safety/Blue_Book/SafetyisnoAccident.pdf

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

