



LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

FACULTY OF PHYSICS  
CHAIR OF EXPERIMENTAL PHYSICS  
MEDICAL PHYSICS

$$E' = \frac{E}{1 + \frac{v}{c} \cos \theta}$$

$$-\frac{dE}{dx} = K\rho \frac{Z}{A} \frac{z^2}{\beta^2} \left[ \ln \left( \frac{2m_0 c^2 \gamma^2 T_{max}}{I} \right) - 2\beta^2 - \delta - 2\frac{C}{Z} \right]$$



# Εφαρμογές της Φυσικής στη Θεραπεία του Καρκίνου Ακτινοθεραπεία

**Δρ. Γ. Δέδες**

Ludwig-Maximilians-University of Munich  
Department of Medical Physics

27 Αυγούστου 2017, Χανιά



Δημόσια Ομιλία στα πλαίσια του Διεθνούς Συνεδρίου  
Public talk at Great Arsenali on the occasion of International Workshop  
Ions for Cancer Therapy, Space Research and Material Science



- Περιεχόμενα

1. Παραδείγμα εφαρμογής της Φυσικής στον τομεα της Υγείας
2. Τι είναι ο καρκίνος (σύντομη περιγραφή)
3. Θεραπευτικές μέθοδοι
4. Ακτινοθεραπεία
5. Ακτινοθεραπεία με πρωτόνια / βαρέα ιόντα

- Απορρόφηση του φωτός από την ύλη

$$I(E) / I_0(E) = \exp [ - (\mu / \rho) x ]$$

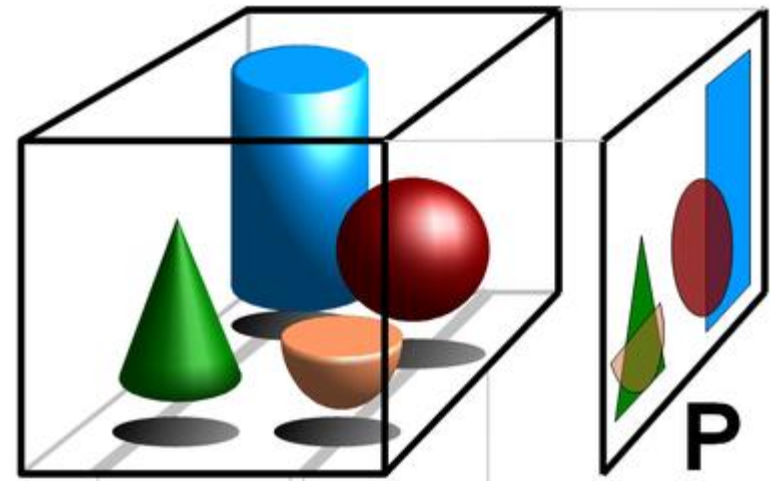
- Απορρόφηση του φωτός από την ύλη

$$I(E) / I_0(E) = \exp [ - (\mu / \rho) x ]$$



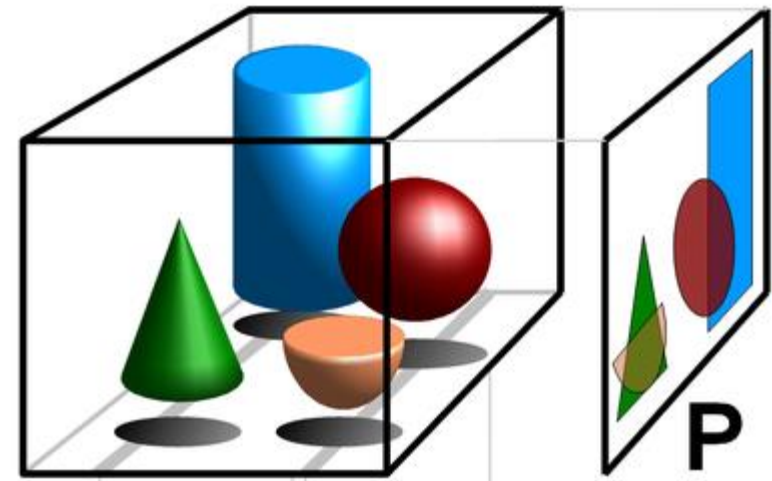
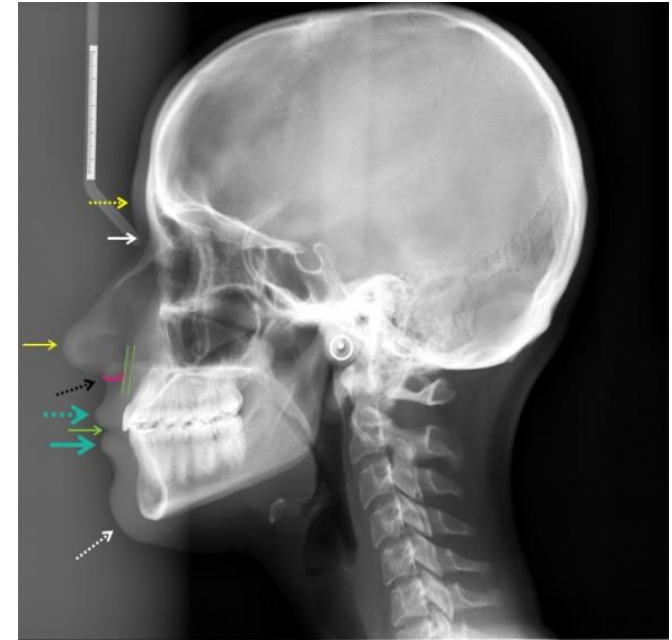
- Απορρόφηση του φωτός από την ύλη

$$I(E) / I_0(E) = \exp [ - (\mu / \rho) x ]$$



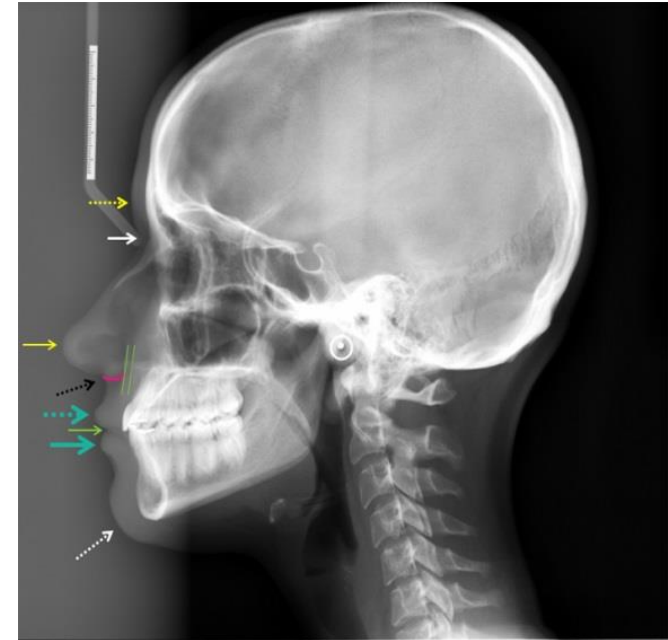
- Απορρόφηση του φωτός από την ύλη

$$I(E)/I_0(E) = \exp[-(\mu/\rho)x]$$



- Απορρόφηση του φωτός από την ύλη

$$I(E)/I_0(E) = \exp[-(\mu/\rho)x]$$



- Γραμμικό ολοκλήρωμα μίας συνάρτησης κατά μήκος μίας τομογραφικής ακτίνας

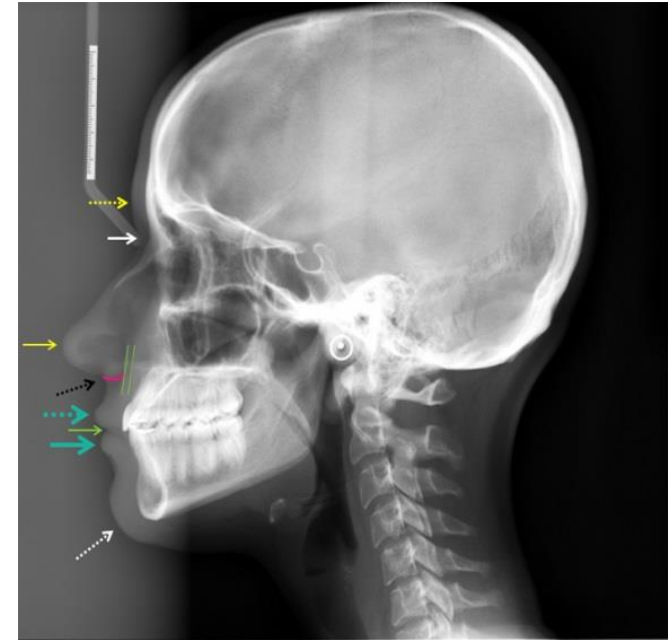
$$g(\phi, s) = \iint f(x, y) \delta(x \sin \phi - y \cos \phi - s) dx dy$$

- Απορρόφηση του φωτός από την ύλη

$$I(E)/I_0(E) = \exp[-(\mu/\rho)x]$$

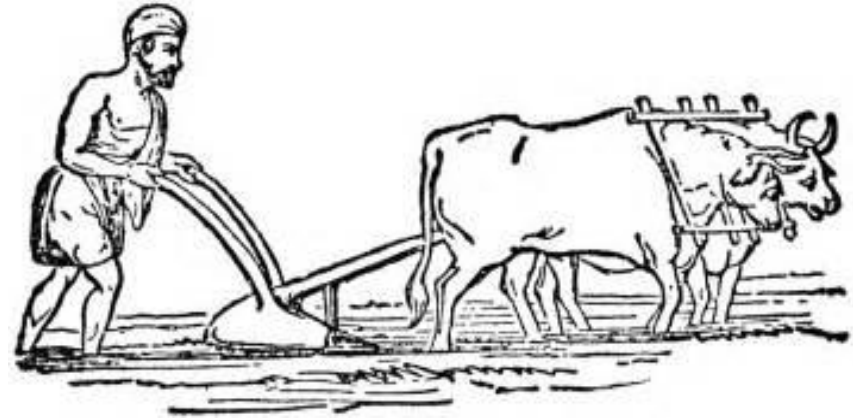
- Γραμμικό ολοκλήρωμα μίας συνάρτησης κατά μήκος μίας τομογραφικής ακτίνας

$$g(\phi, s) = \iint f(x, y) \delta(x \sin \phi - y \cos \phi - s) dx dy$$





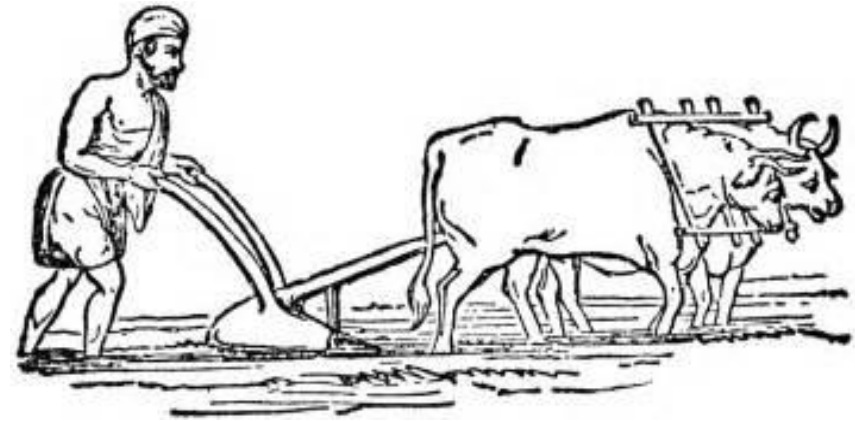
- Η βασική έρευνα πολύ συχνά καταλήγει σε σημαντικές εφαρμογές



- Η βασική έρευνα πολύ συχνά καταλήγει σε σημαντικές εφαρμογές



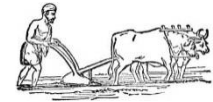
www.shutterstock.com · 488670498



- Η βασική έρευνα πολύ συχνά καταλήγει σε σημαντικές εφαρμογές



www.shutterstock.com · 489670498



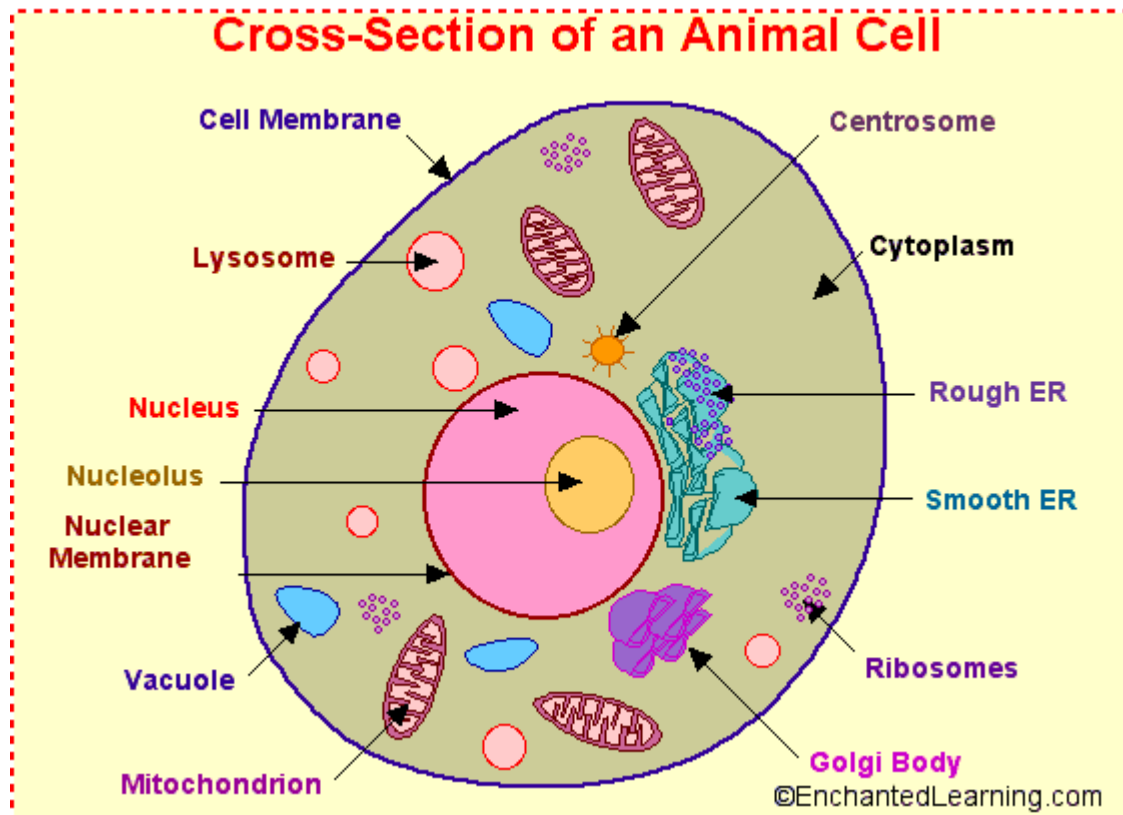
- Η βασική έρευνα πολύ συχνά καταλήγει σε σημαντικές εφαρμογές



www.shutterstock.com · 489670498

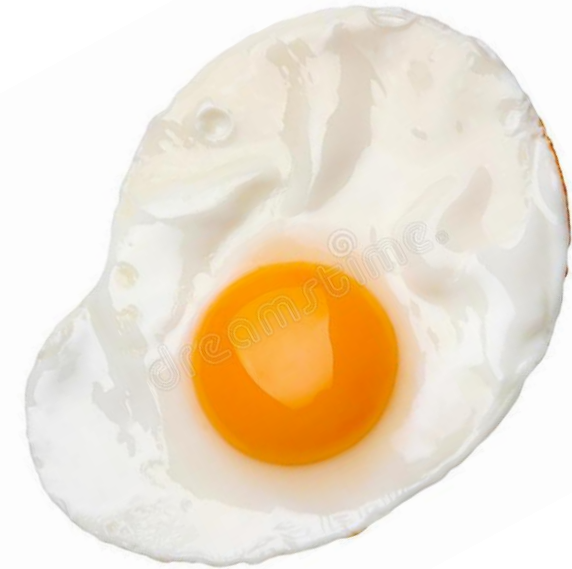
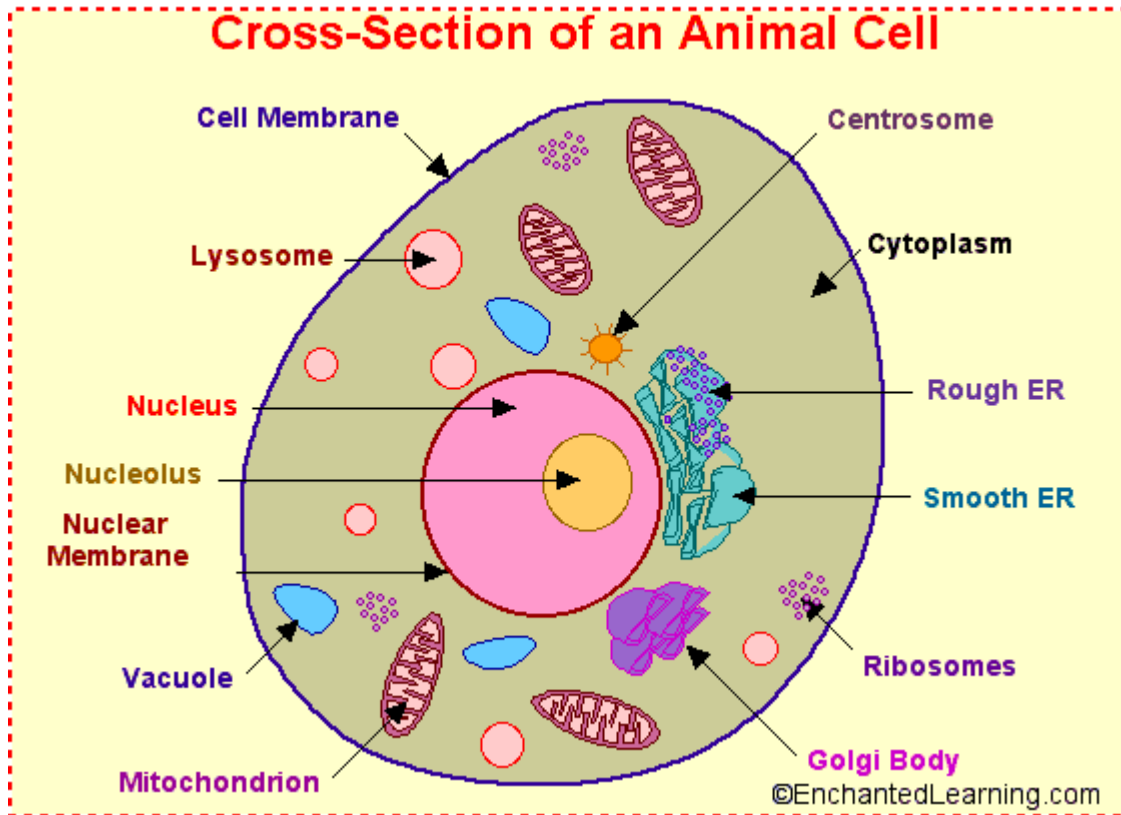


- Κύτταρα: τα δομικά συστατικά των ζωντανών οργανισμών



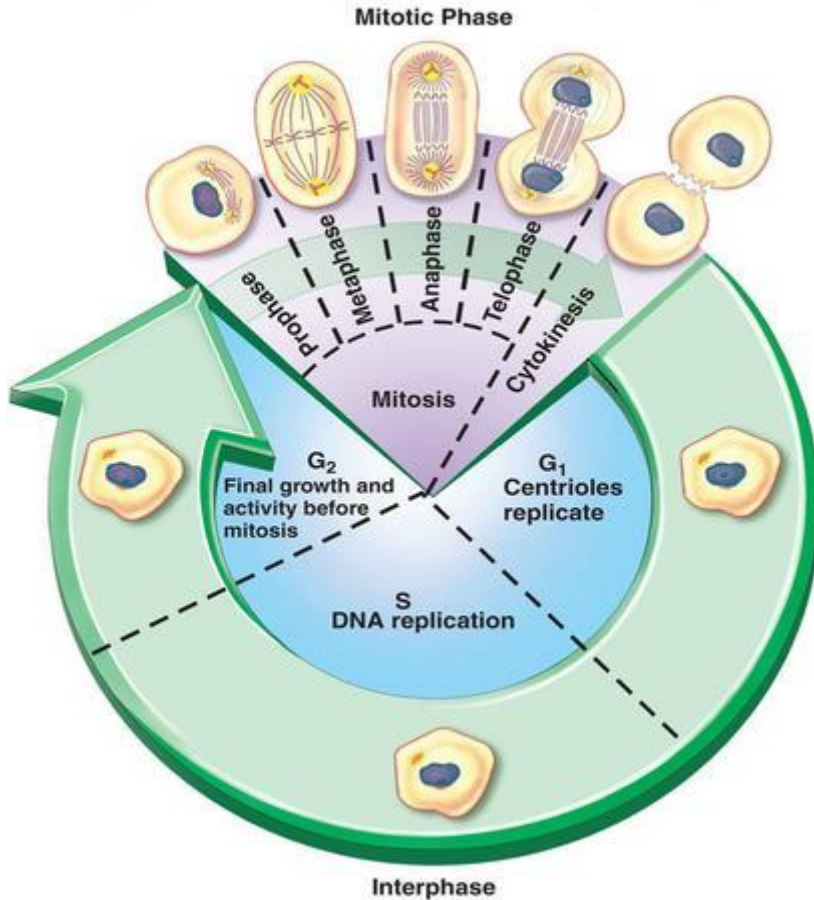
- Στο ανθρώπινο σώμα: 37 τρισεκατομμύρια κύτταρα  
 $37.000.000.000.000 = 5285$  φορές ο πληθυσμός της Γης

- Κύτταρα: τα δομικά συστατικά των ζωντανών οργανισμών



- Κύκλος ζωής των κυττάρων

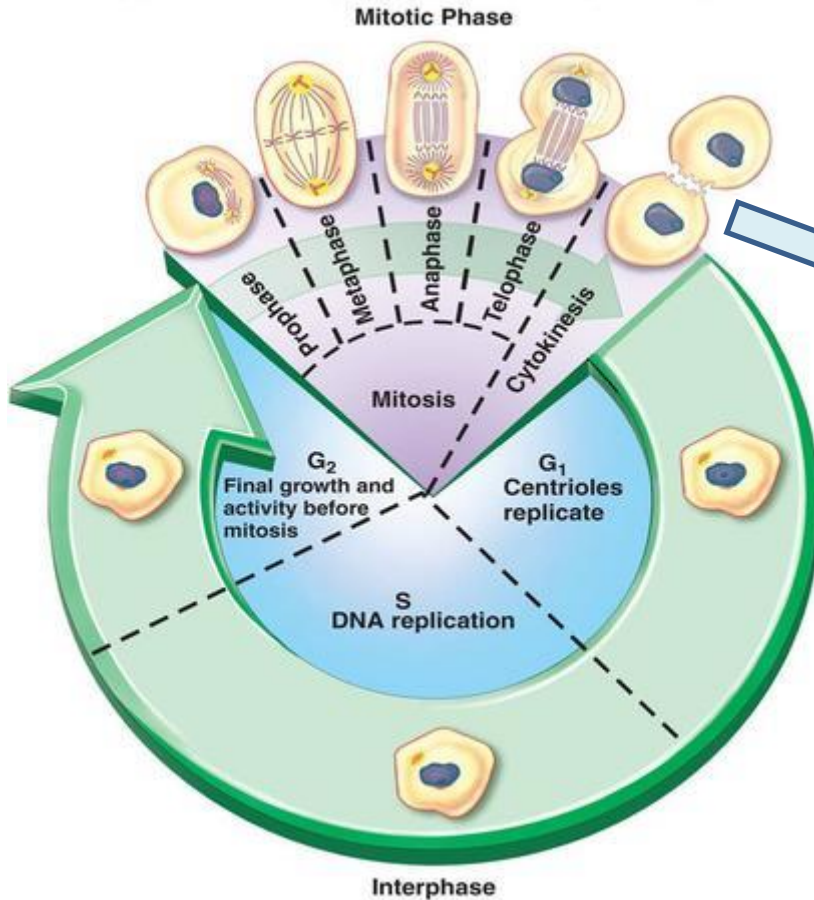
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display



- Διάρκεια ζωής κυττάρων:  
Μερικές ημέρες – Ένα έτος

- Κύκλος ζωής των κυττάρων

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display

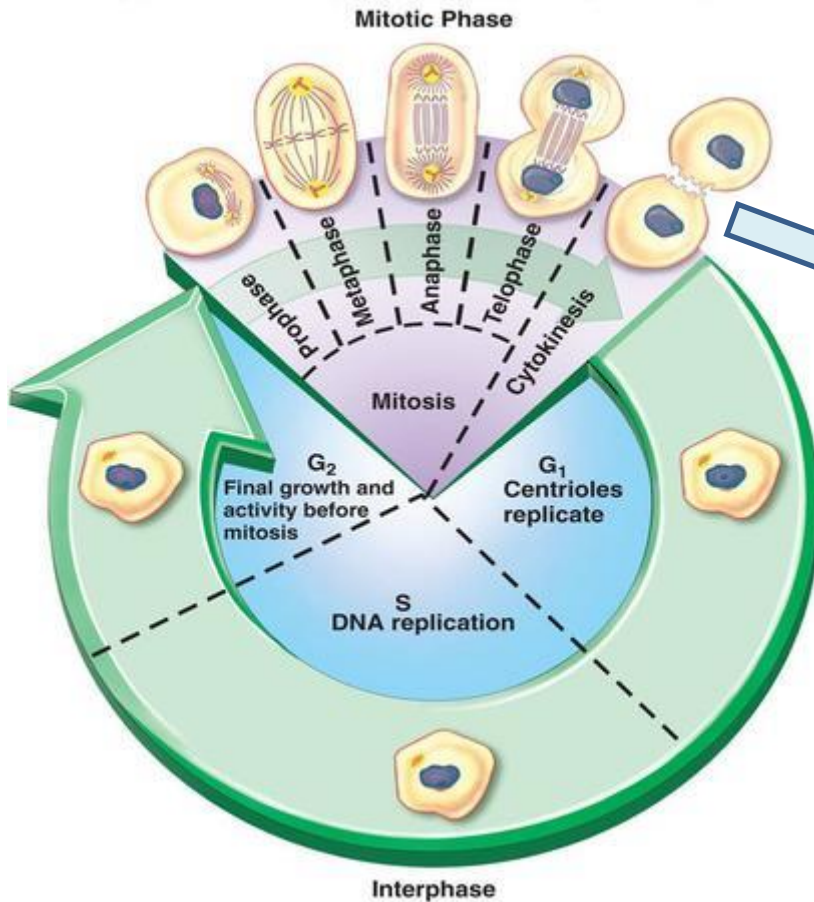


- Διάρκεια ζωής κυττάρων:  
Μερικές ημέρες – Ένα έτος
- Κυτταρικός θάνατος



- Κύκλος ζωής των κυττάρων

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display



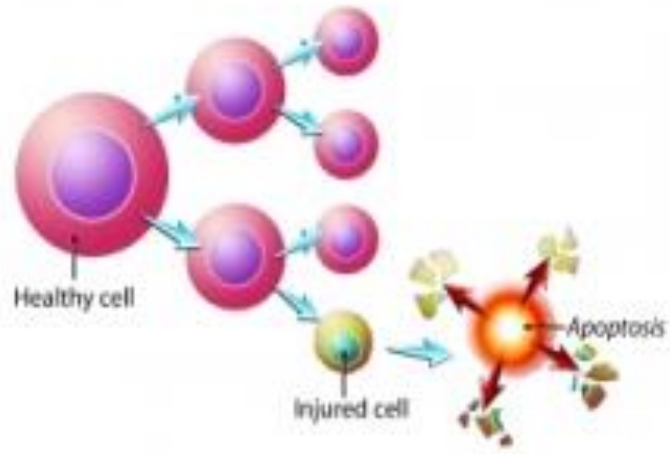
- Διάρκεια ζωής κυττάρων:  
Μερικές ημέρες – Ένα έτος

- Κυτταρικός θάνατος

- Σε κυτταρικό επίπεδο:  
Αναγκαία και αρμονική  
συνύπαρξη ζωής και θανάτου

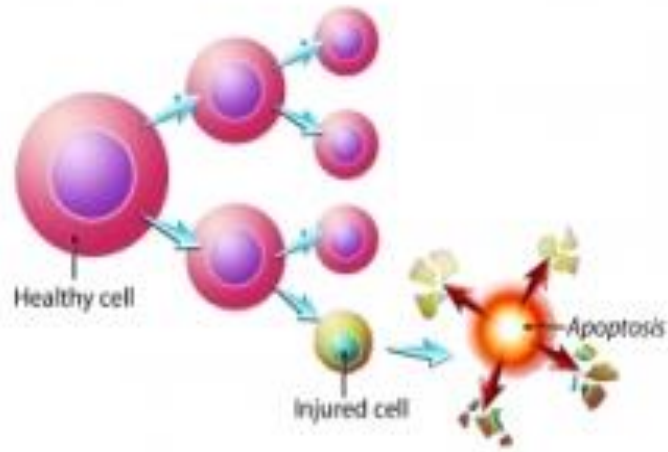
- Τα κύτταρα διαθέτουν «αυτοδιαγνωστικά συστήματα»
- Ενεργοποιούν τους μηχανισμούς αυτοκαταστροφής

### Normal Cell Division

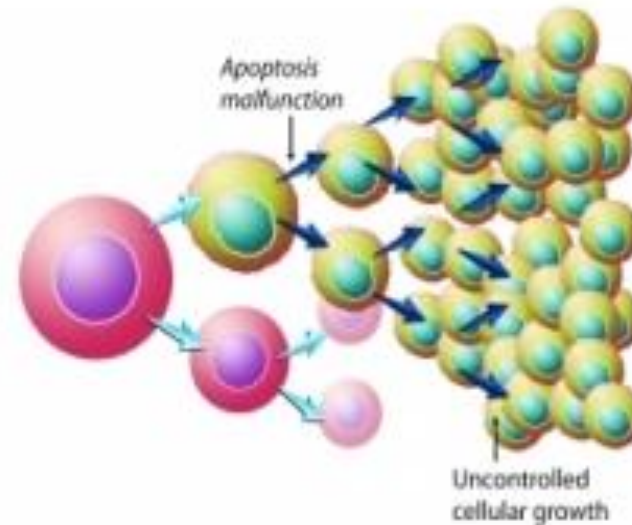


- Τα κύτταρα διαθέτουν «αυτοδιαγνωστικά συστήματα»
- Όταν η προγραμματισμένη ισορροπία του κυτταρικού κύκλου διαταραχθεί

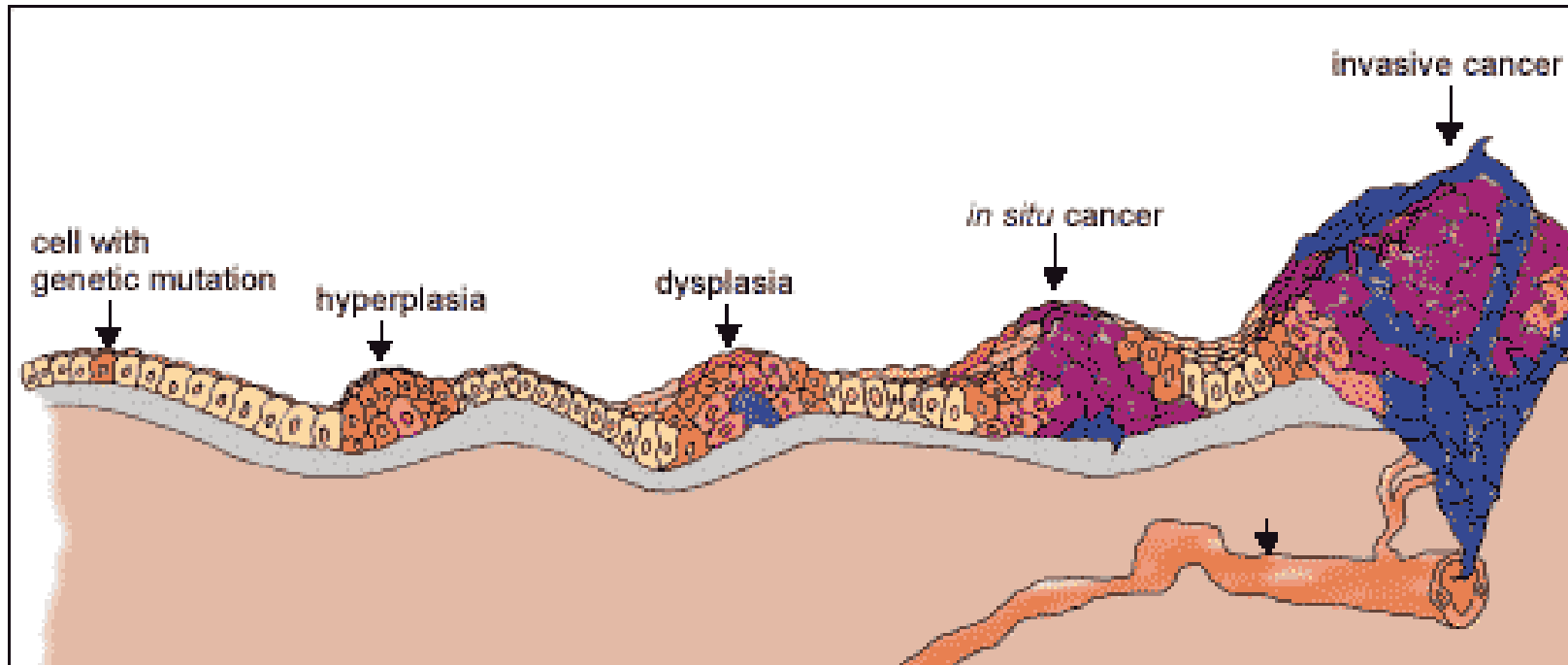
Normal Cell Division



Cancer Cell Division

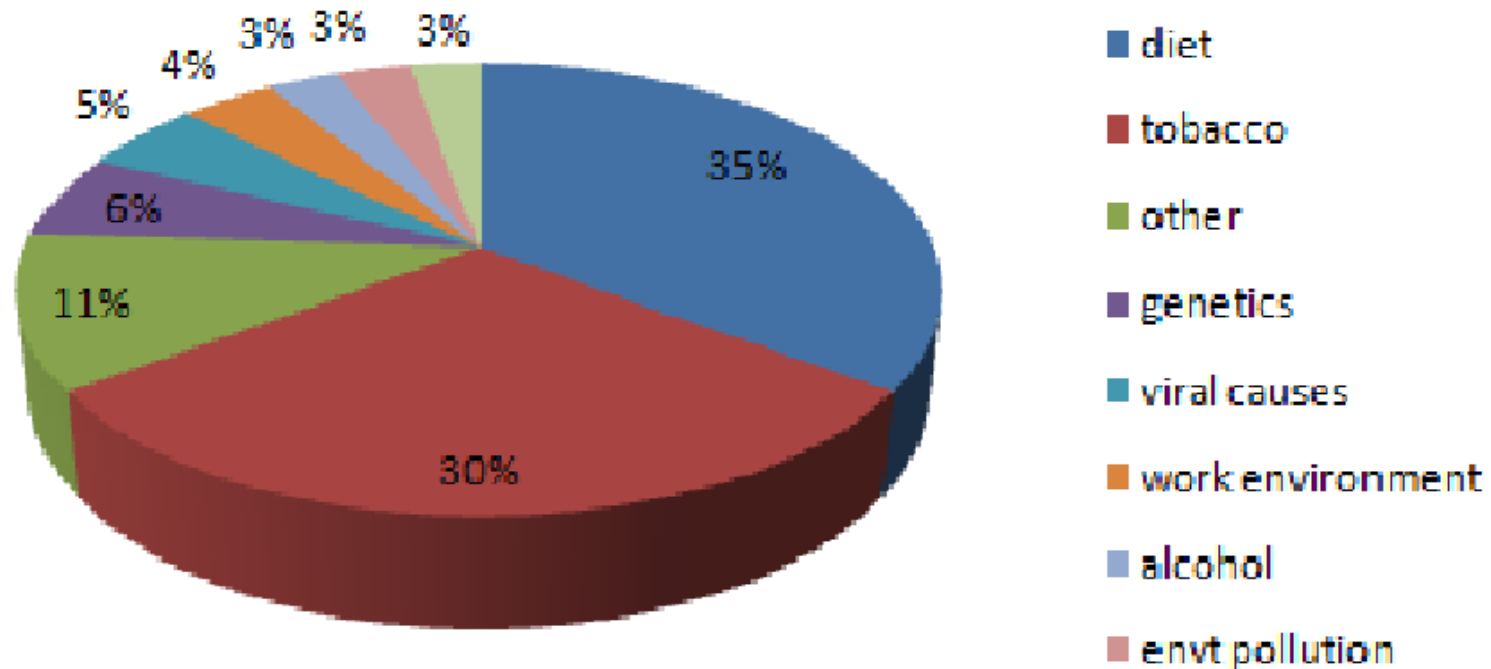


- Από μία αρχική μετάλλαξη (βλάβη) μπορεί να δημιουργηθεί ένας καρκινικός όγκος



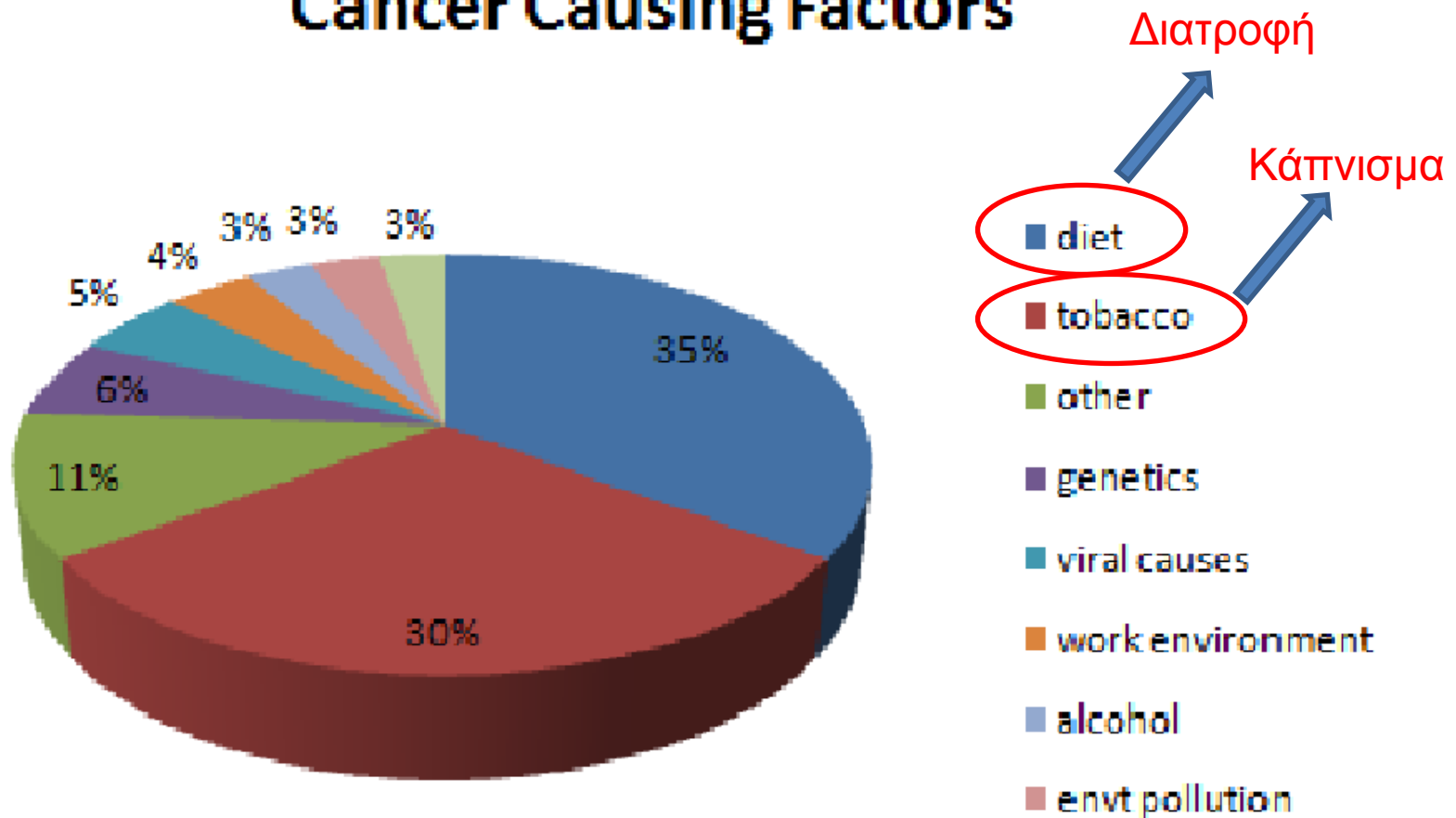
- Αιτίες καρκινογέννεσης

## Cancer Causing Factors

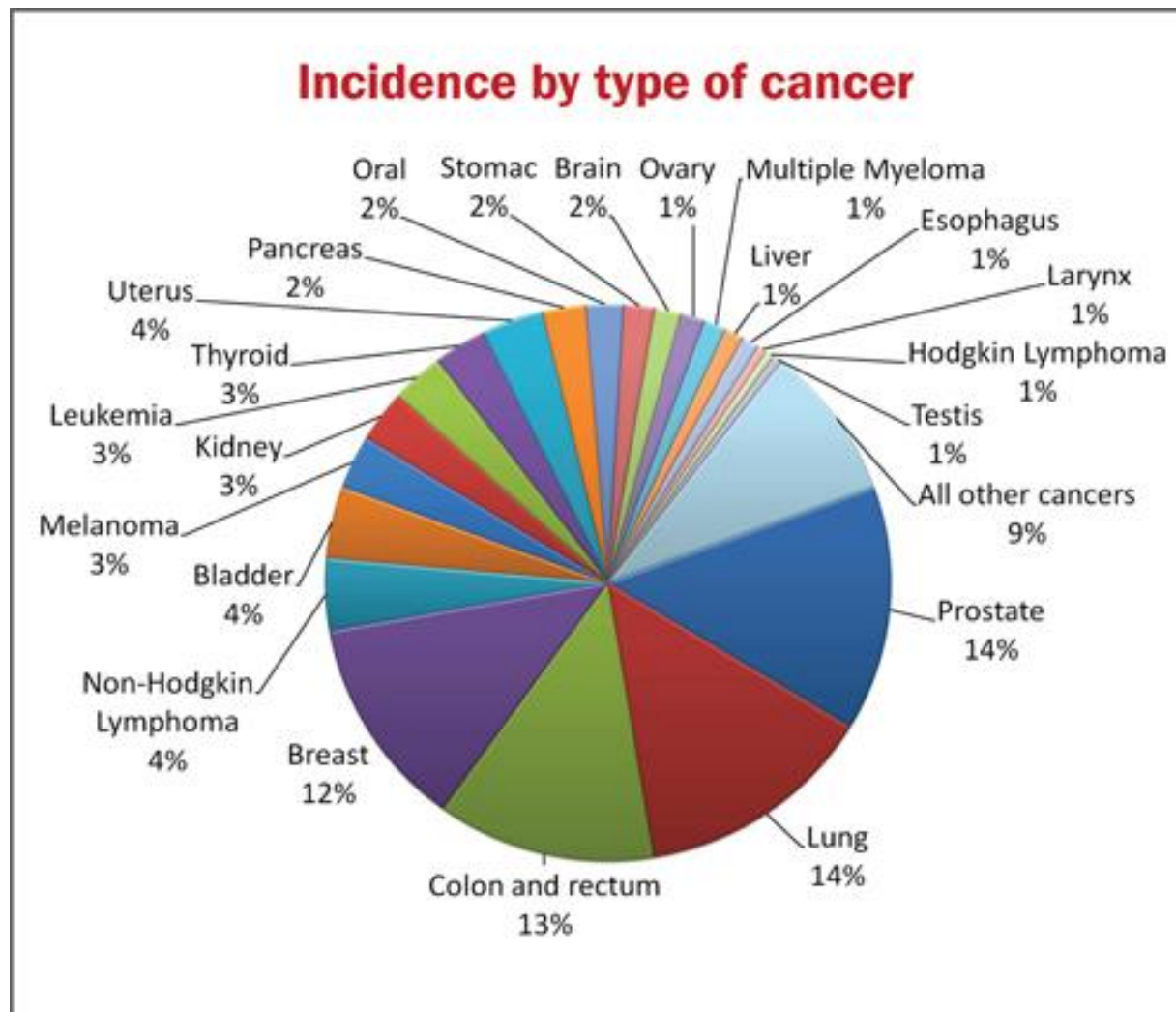


- Αιτίες καρκινογέννεσης

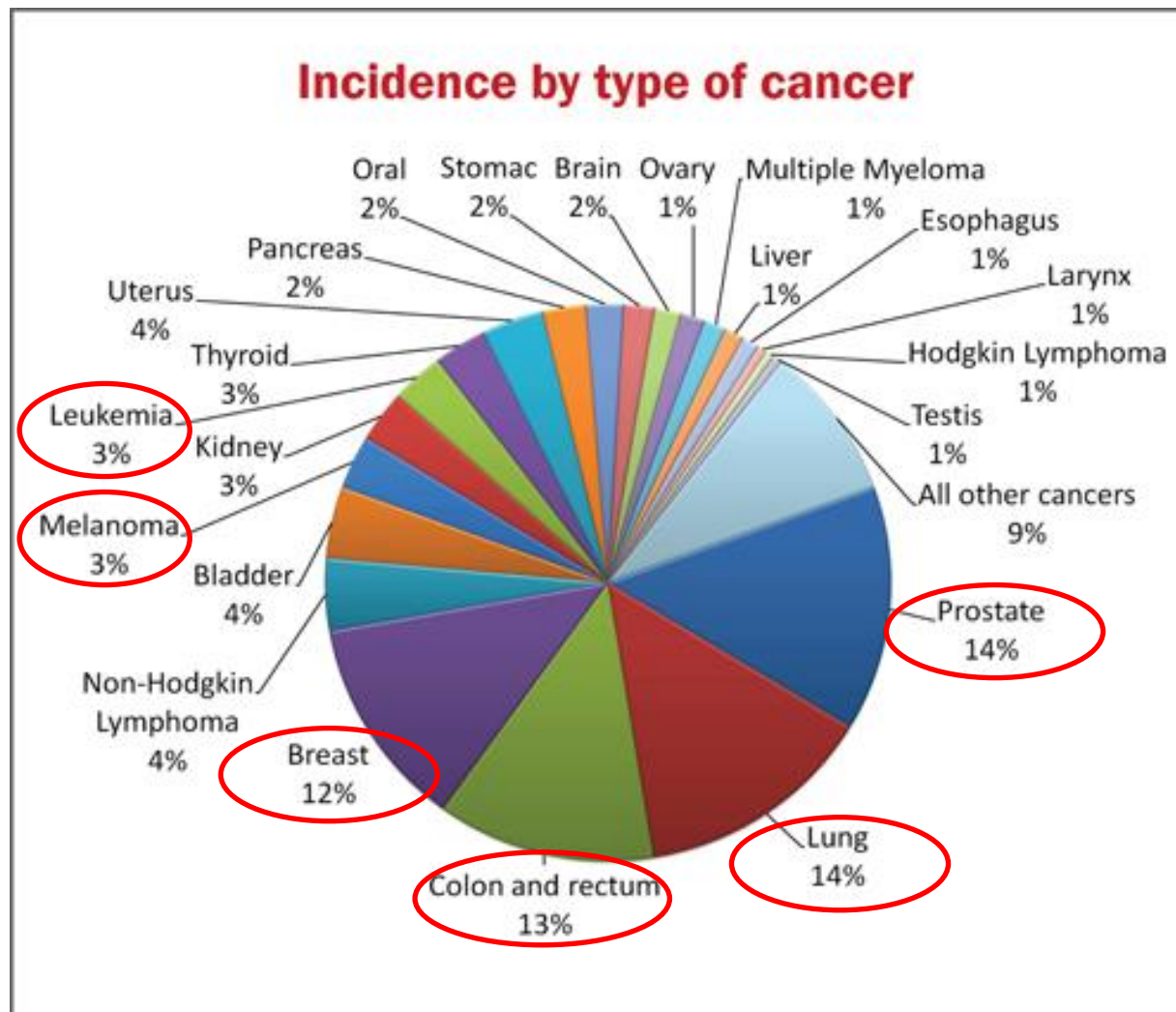
## Cancer Causing Factors



- Συχνότητα εμφάνισης στον ανθρώπινο οργανισμό

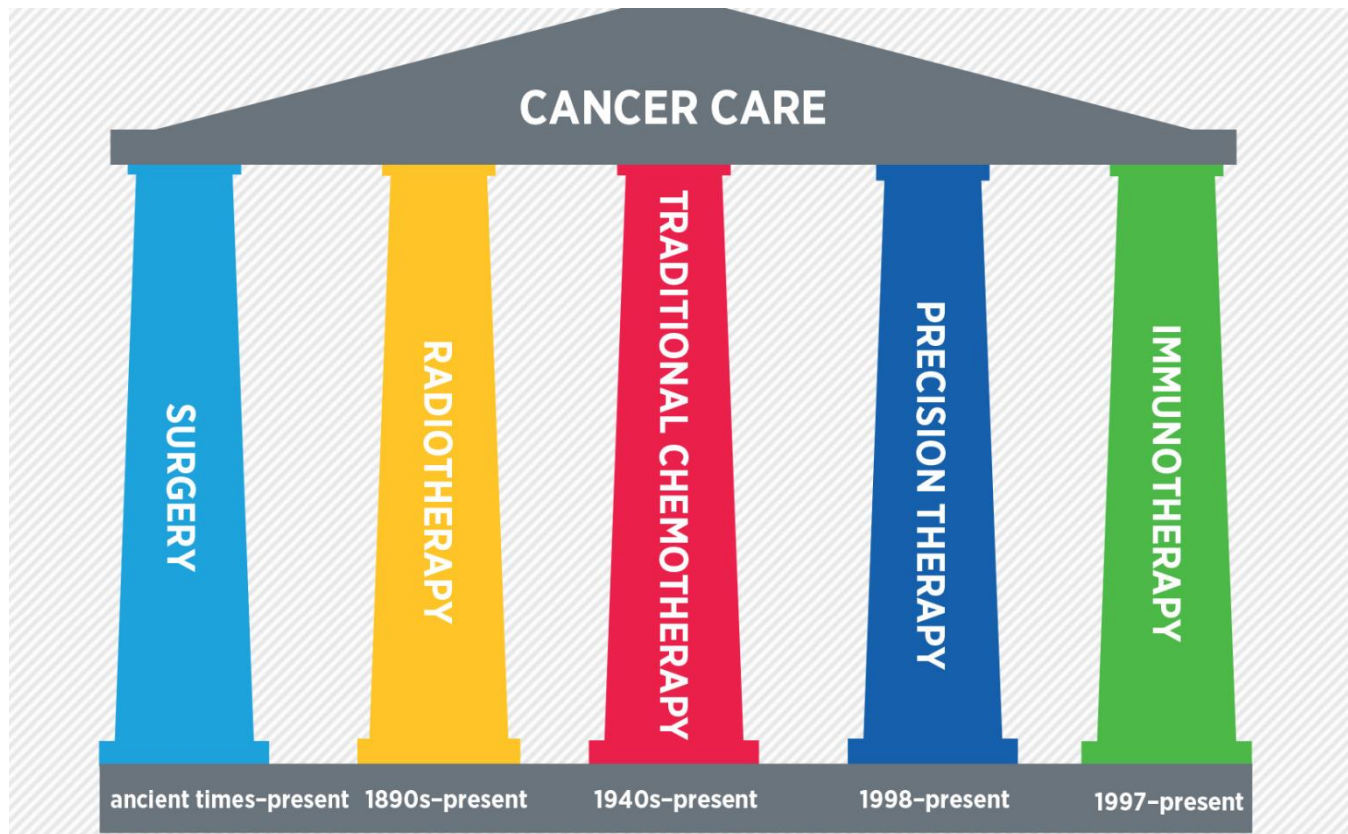


- Συχνότητα εμφάνισης στον ανθρώπινο οργανισμό





- Διάφορες μέθοδοι θεραπείας
- Συχνά συνδυαστική χρήση



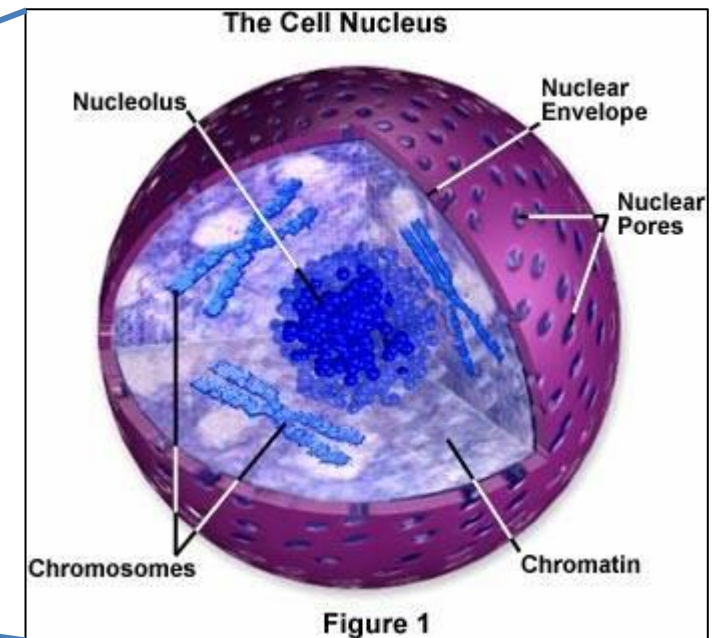
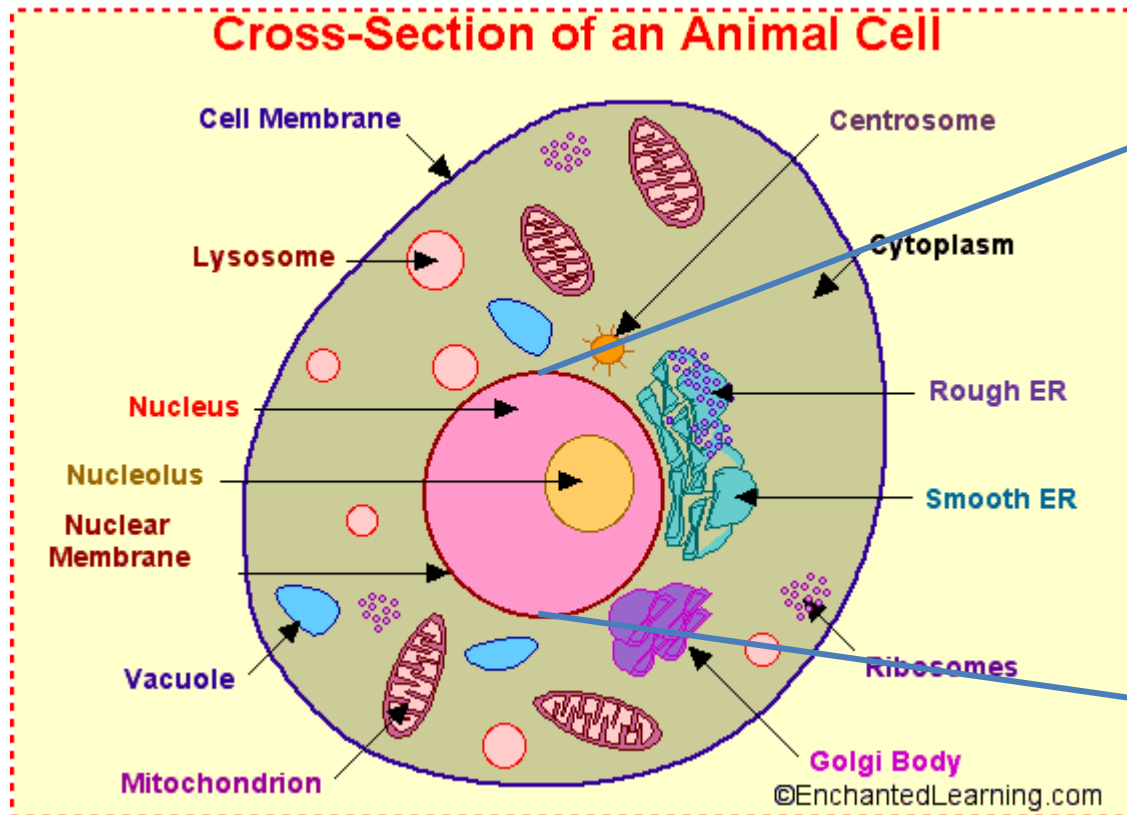
- Διάφορες μέθοδοι θεραπείας
- Συχνά συνδιαστική χρήση

## HISTORY OF CANCER TREATMENT MODALITIES

	SURGERY	RADIATION	CHEMO-THERAPY	TARGETED DRUGS	IMMUNO-THERAPY
APPROACH	Cut out accessible tumor cells to stop growth and prevent their spread	Use highly concentrated X-rays or radioactive isotopes to kill cancerous cells	Use cytotoxic drugs to kill or inhibit cancer cells	Interfere with a mechanism required for, or that supports tumor growth	Support the immune system's innate ability to recognize and eliminate tumor cells
SINCE	1800s	early 1900s	late 1940s	2000s	2010s
LIMITATIONS	Many inaccessible tumors ineligible; limited effectiveness if tumor has already begun to spread	Limited effectiveness if tumor has already begun to spread; potentially dangerous for tumors near vital organs	High toxicity and often does not destroy the whole tumor, leading to high rates of recurrence	Limited tumor types eligible; high efficiency but short durability driving high rates of recurrence	Applicable to all tumors at all stages of disease including metastatic tumors; responses are highly durable; potential for lower toxicity profiles; synergistic with other treatments

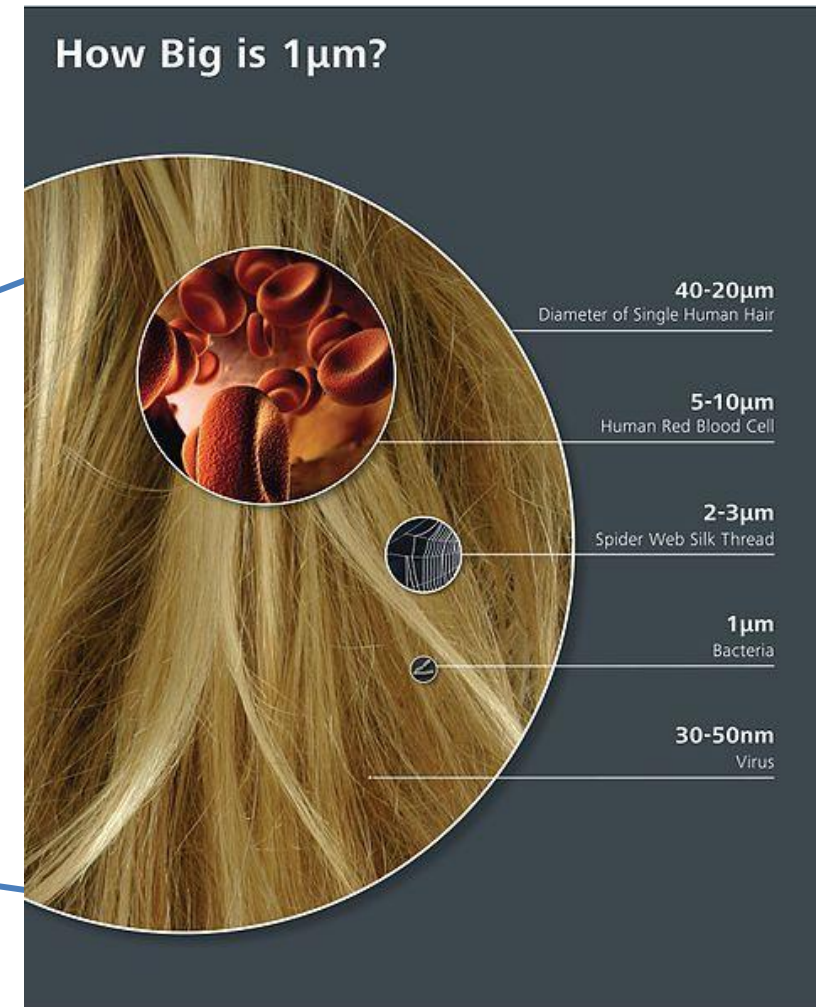
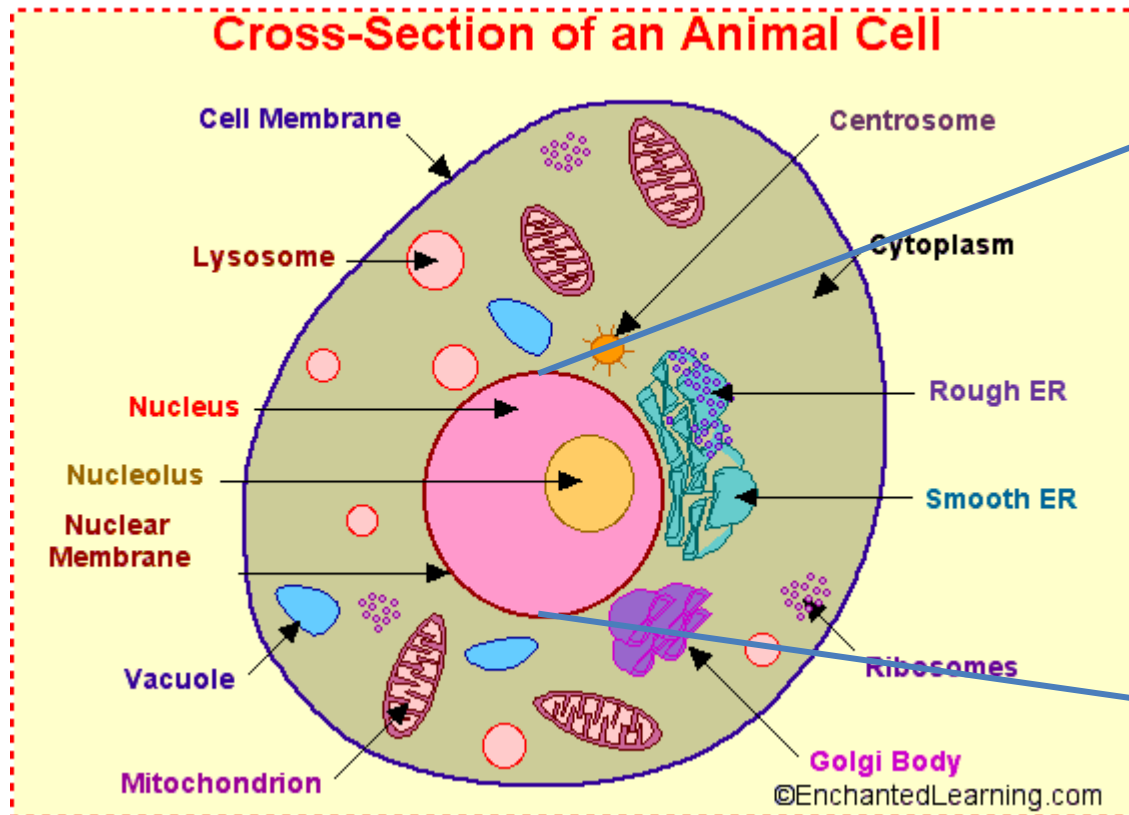


- Μέγεθος κυττάρου: 10-100 $\mu$ m
- Μέγεθος πυρήνα κυττάρου: 3-10 $\mu$ m



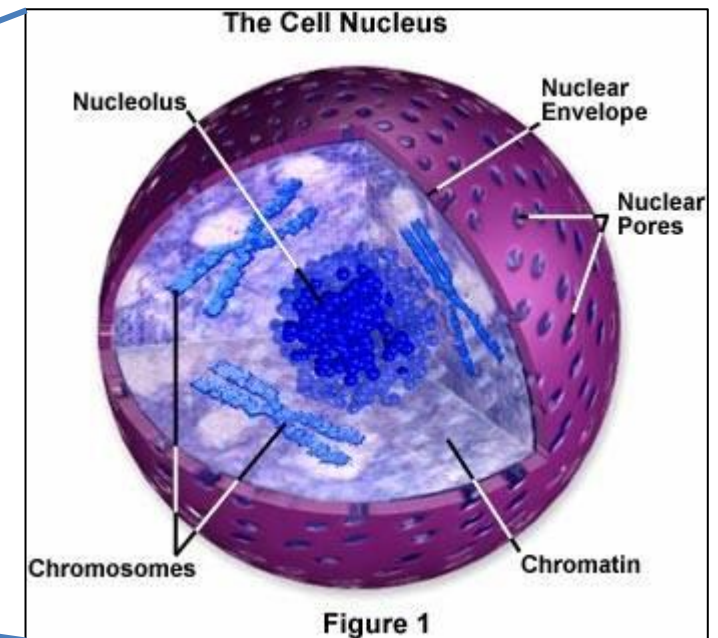
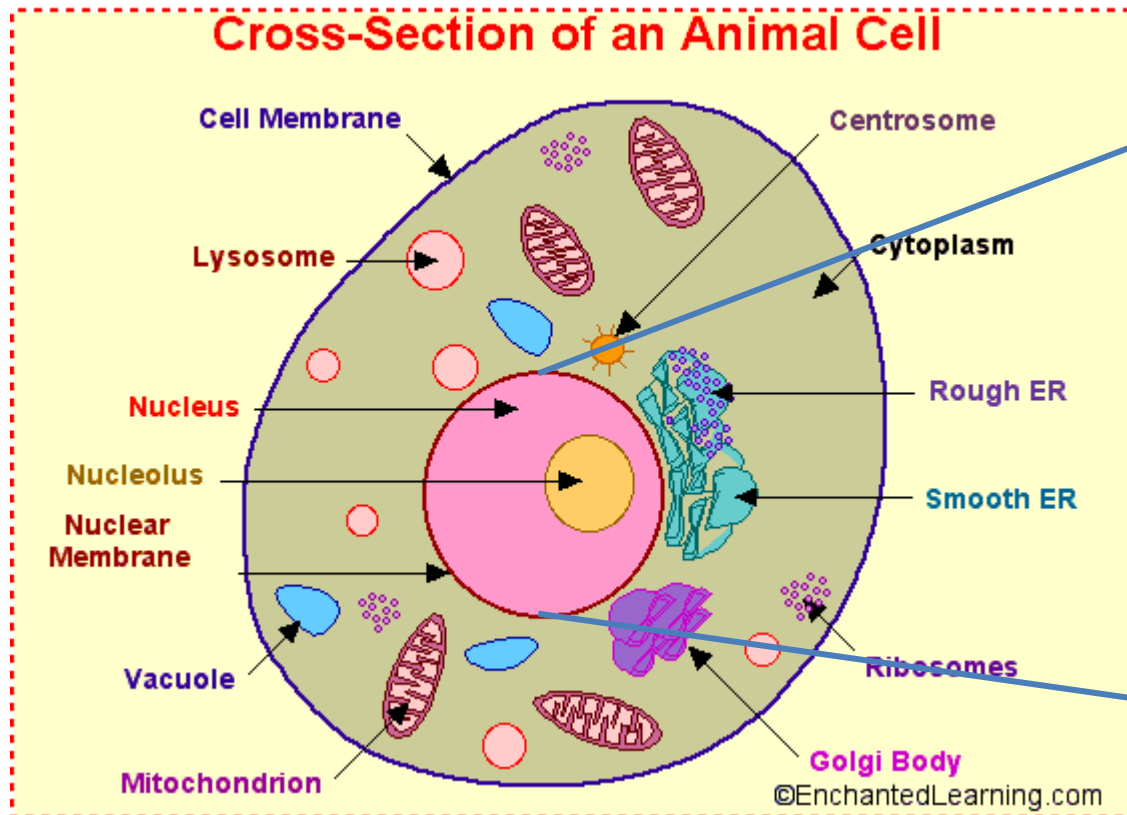


- Μέγεθος κυττάρου: 10-100 $\mu$ m
- Μέγεθος πυρήνα κυττάρου: 3-10 $\mu$ m

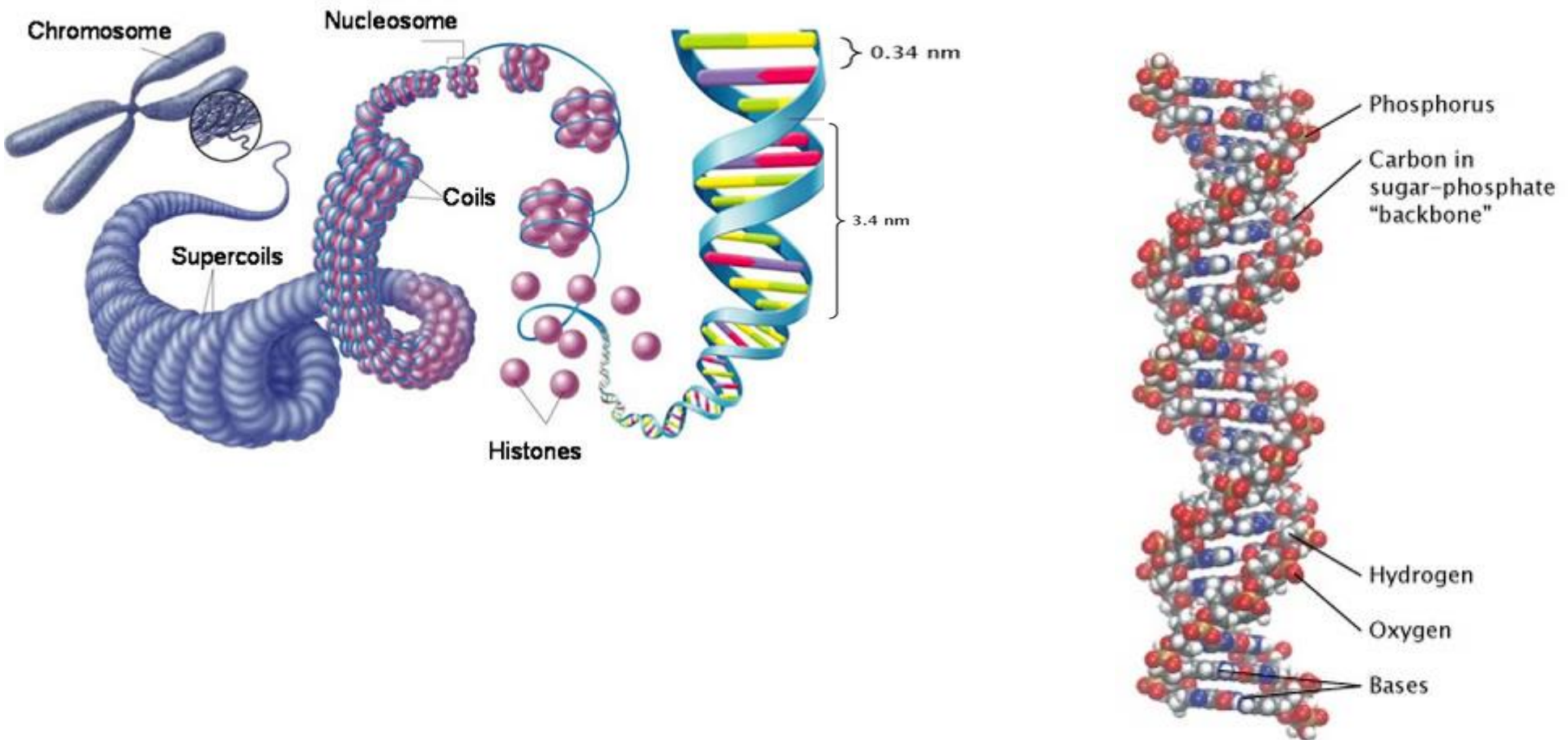




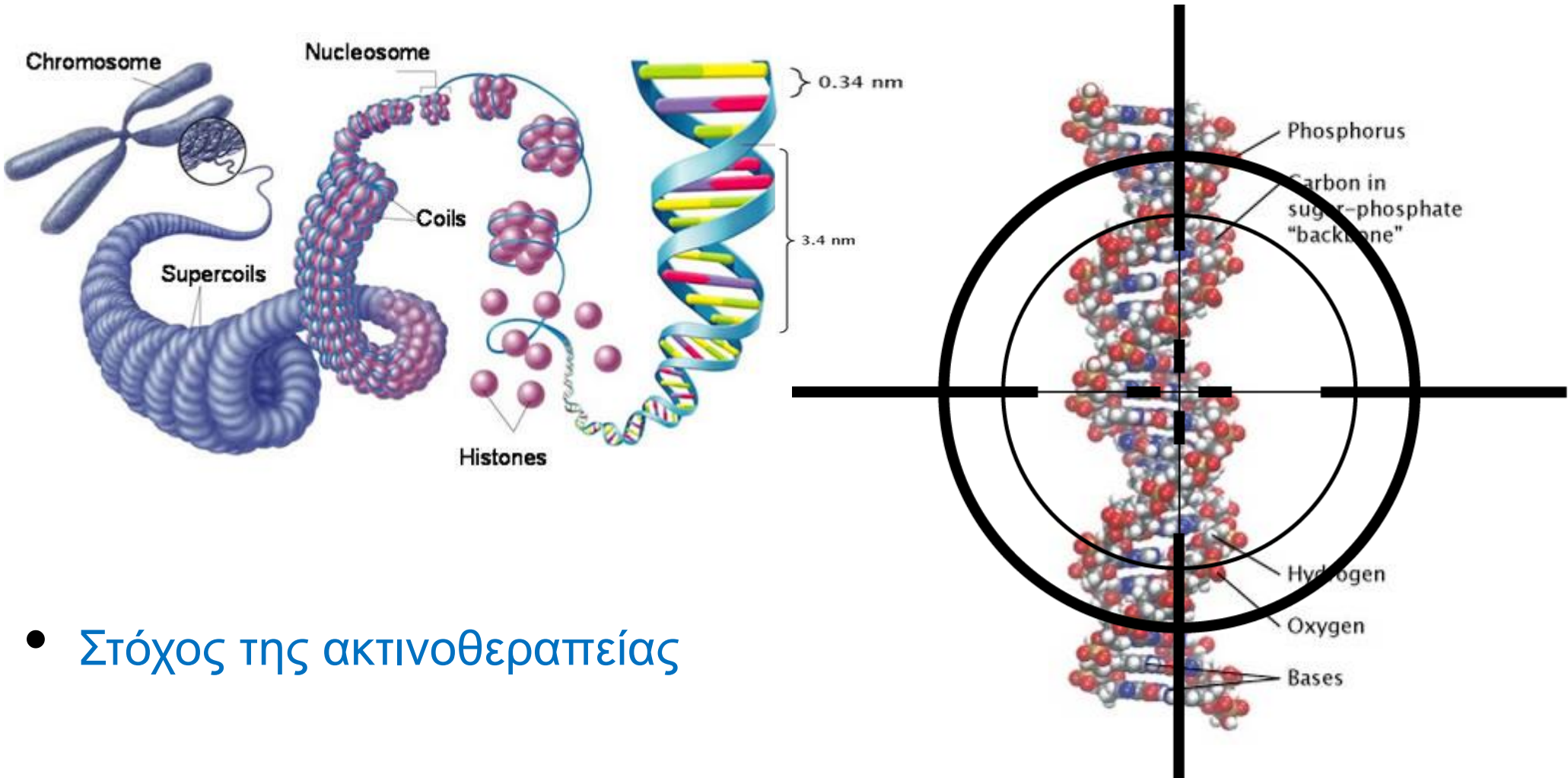
- Μέγεθος κυττάρου: 10-100 $\mu$ m
- Μέγεθος πυρήνα κυττάρου: 3-10 $\mu$ m



- Χρωμόσωμα: περιέχει τις γεννητικές «οδηγίες» του κυτταρου (DNA)

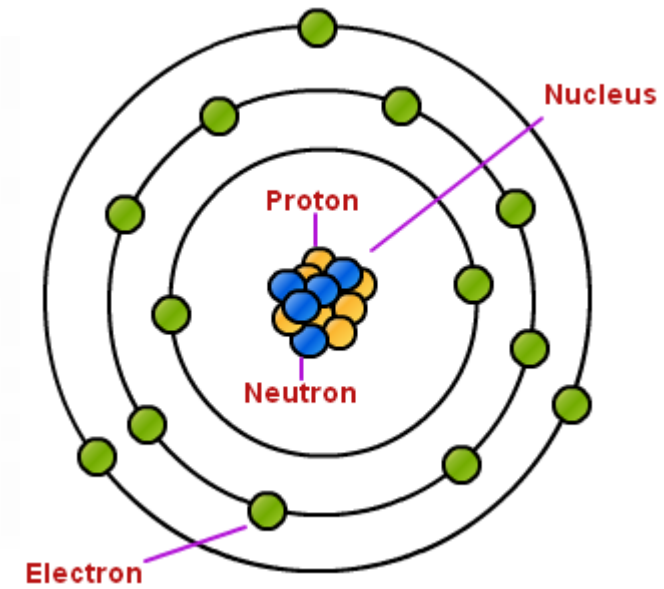
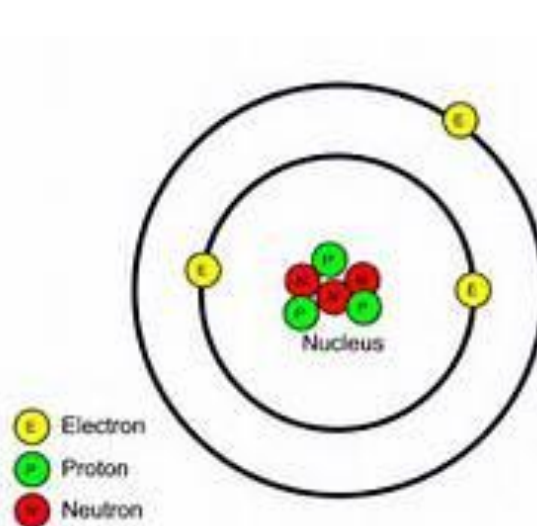
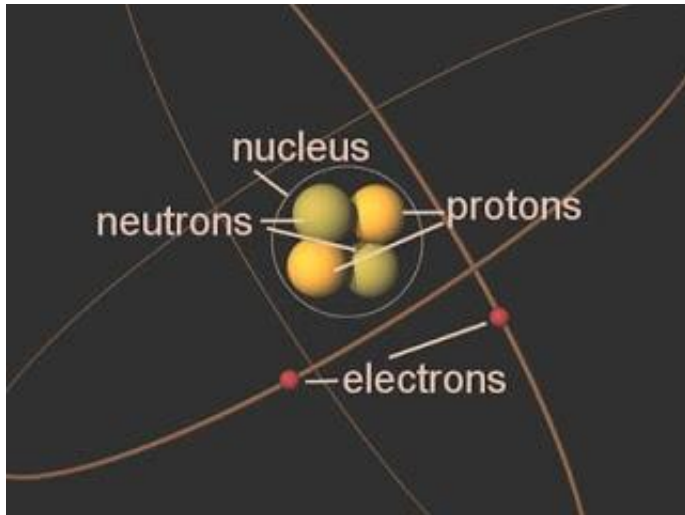


- Χρωμόσωμα: περιέχει τις γενετικές «οδηγίες» του κυτταρου (DNA)



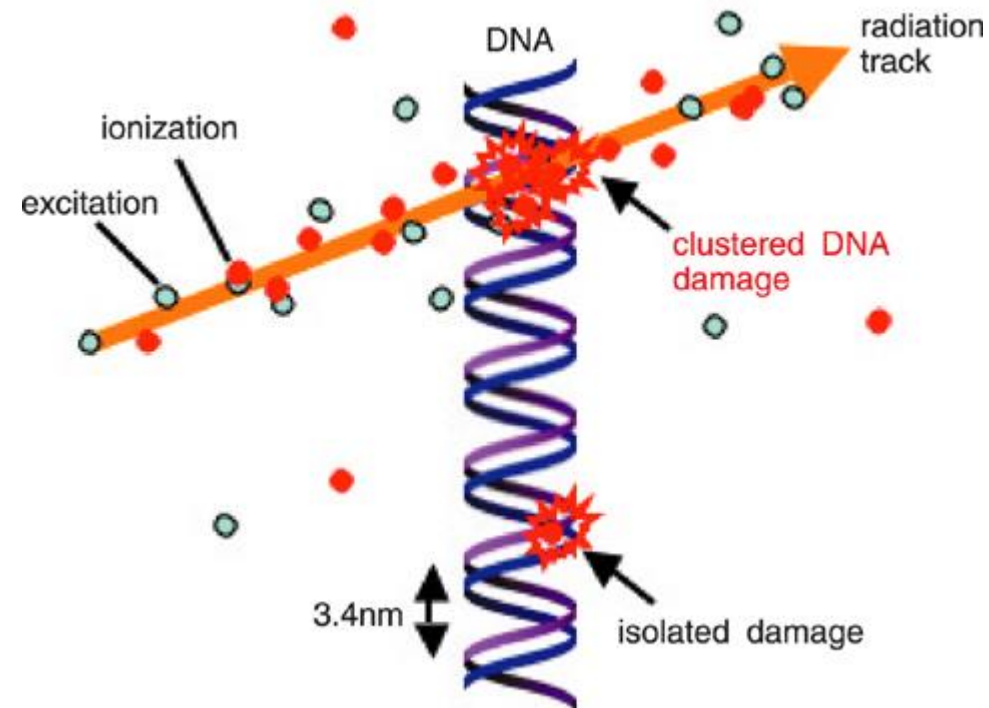
- Στόχος της ακτινοθεραπείας

- Σωματίδια, άτομα, ιόντα

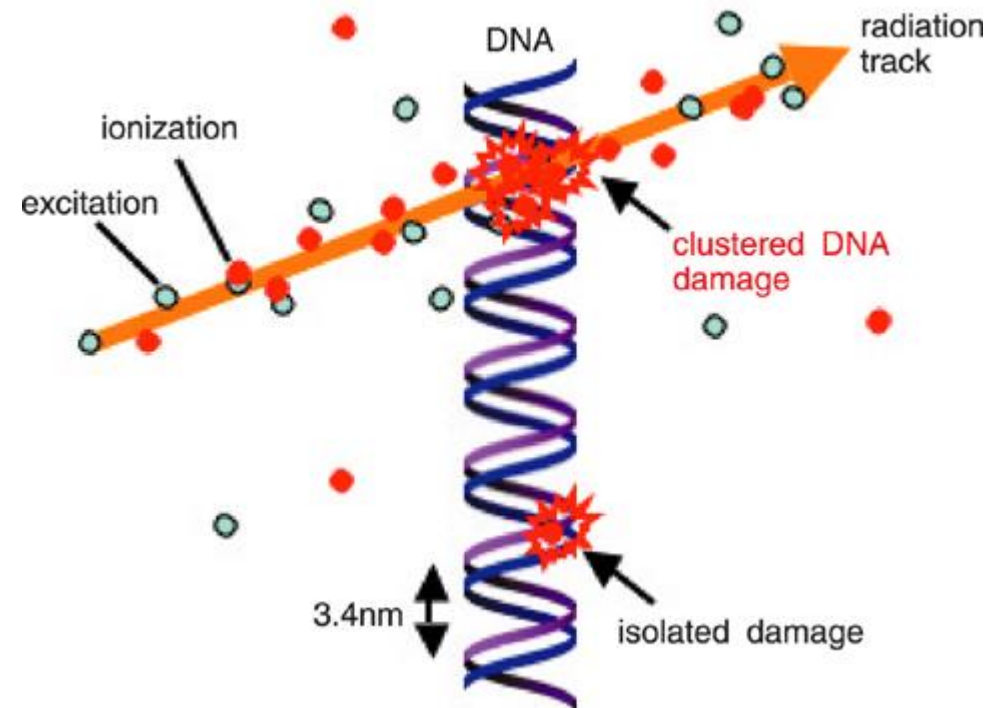




- Η ιονίζουσα ακτινοβολία δημιουργεί βλάβες στο DNA των κυττάρων
- Εκτεταμένες βλάβες οδηγούν σε μεταλλάξεις και κυτταρικό θάνατο

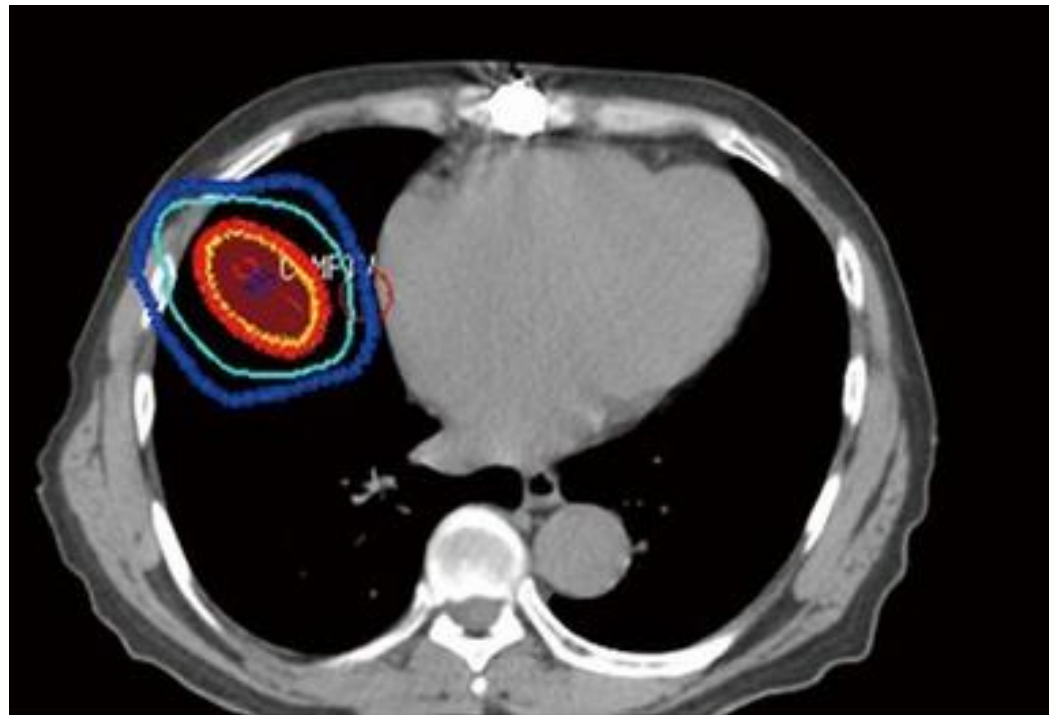


- Η ιονίζουσα ακτινοβολία δημιουργεί βλάβες στο DNA των κυττάρων
- Εκτεταμένες βλάβες οδηγούν σε μεταλλάξεις και κυτταρικό θάνατο
- Οι μεταλλάξεις εμποδίζουν την αναπαραγωγική ικανότητα των κυττάρων
- Μπορούν να καταστρέψουν τα καρκινικά κύτταρα, αλλά και να δημιουργήσουν βλάβες στα υγιή



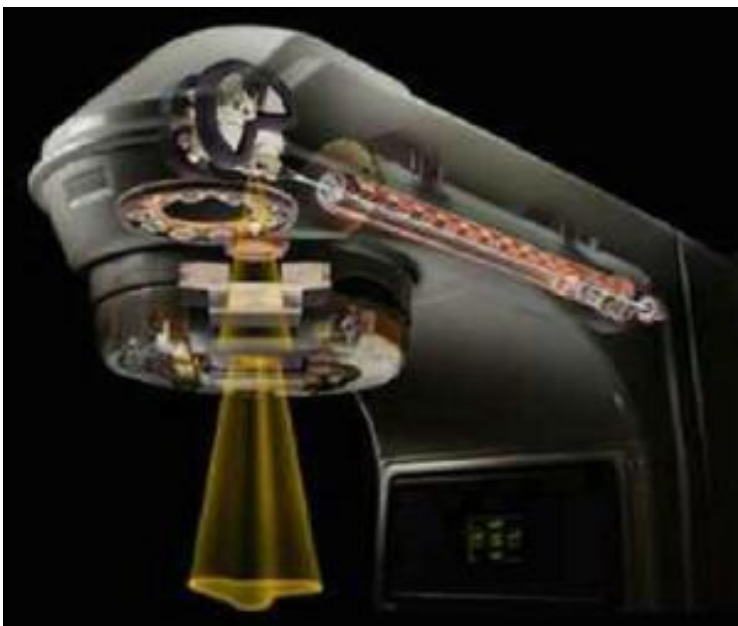


- Σκοπός της Ακτινοθεραπείας:
- Να τοποθετήσει επαρκή δόση ακτινοβολίας στον καρκινικό όγκο μειώνοντας ταυτόχρονα στο ελάχιστο την ακτινοβόληση υγιών οργάνων



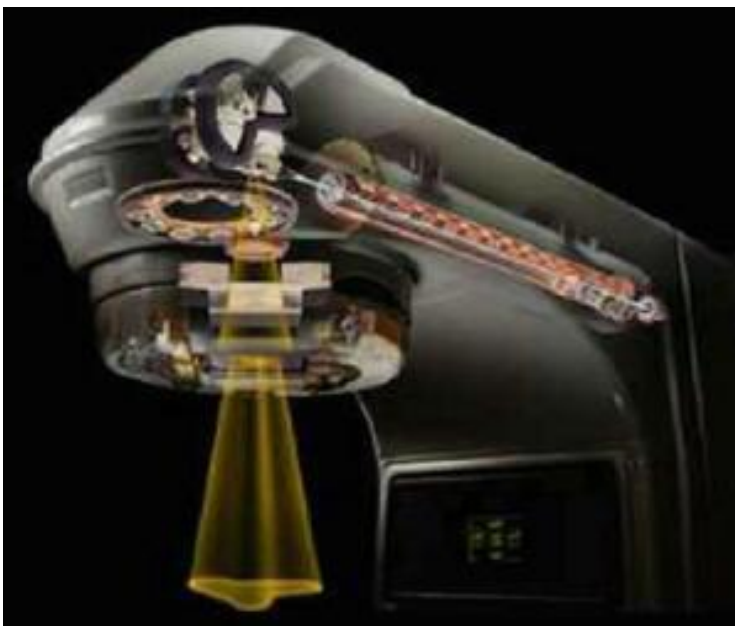


- Σκοπός της Ακτινοθεραπείας:
- Να τοποθετήσει επαρκή δόση ακτινοβολίας στον καρκινικό όγκο μειώνοντας ταυτόχρονα στο ελάχιστο την ακτινοβόληση υγιών οργάνων
- Η ακτινοβόληση πραγματοποιείται με τη χρήση επιταχυντών σωματιδίων (εργαλείο βασικής έρευνας για περισσότερο από έναν αιώνα)

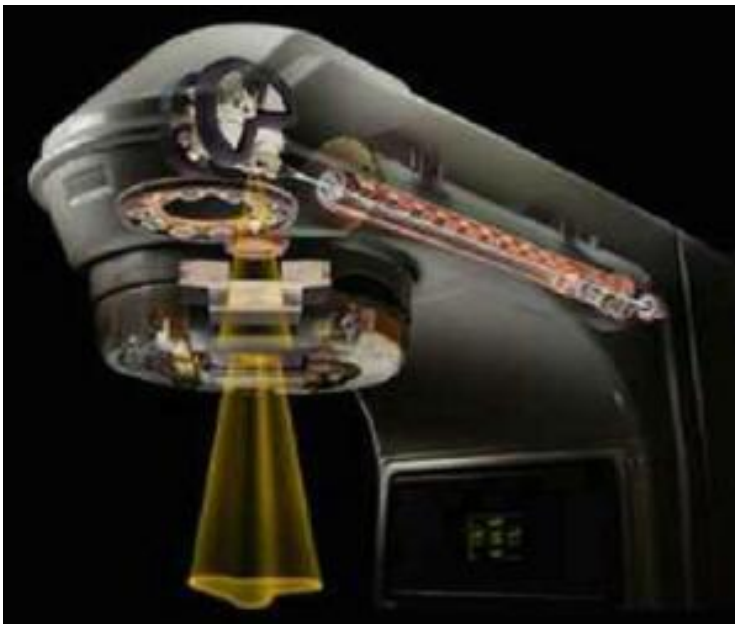




- Σκοπός της Ακτινοθεραπείας:
- Να τοποθετήσει επαρκή δόση ακτινοβολίας στον καρκινικό όγκο μειώνοντας ταυτόχρονα στο ελάχιστο την ακτινοβόληση υγιών οργάνων
- Η ακτινοβόληση πραγματοποιείται με τη χρήση επιταχυντών σωματιδίων (εργαλείο βασικής έρευνα για περισσότερο από έναν αιώνα)



- Σκοπός της Ακτινοθεραπείας:
- Να τοποθετήσει επαρκή δόση ακτινοβολίας στον καρκινικό όγκο μειώνοντας ταυτόχρονα στο ελάχιστο την ακτινοβόληση υγιών οργάνων
- Η ακτινοβόληση πραγματοποιείται με τη χρήση επιταχυντών σωματιδίων (εργαλείο βασικής έρευνα για περισσότερο από έναν αιώνα)

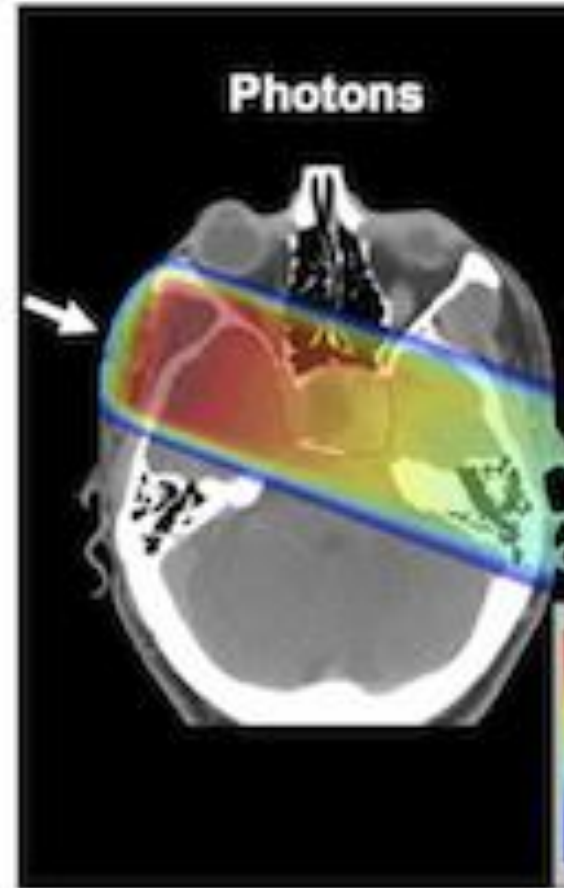
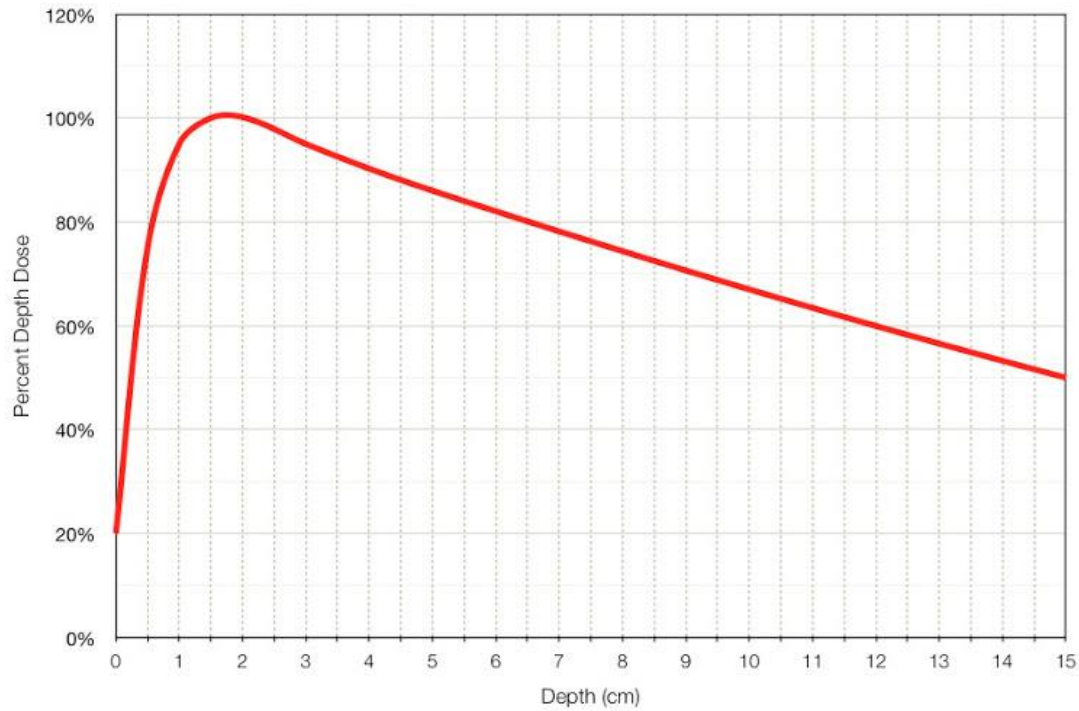


- Ακτίνες X



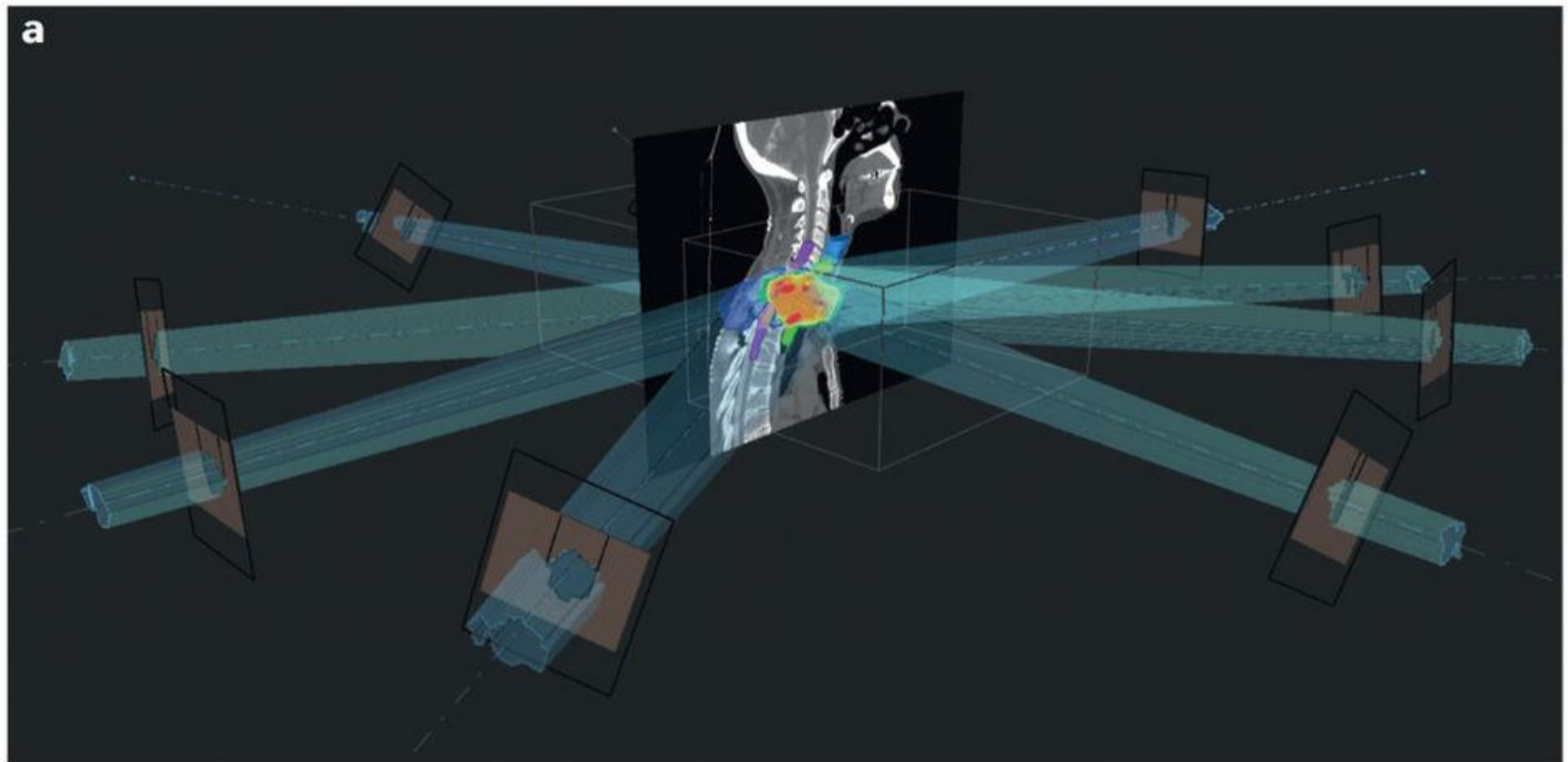
- Ακτίνες X

Percent Depth Dose (6 MV Photon Beam)

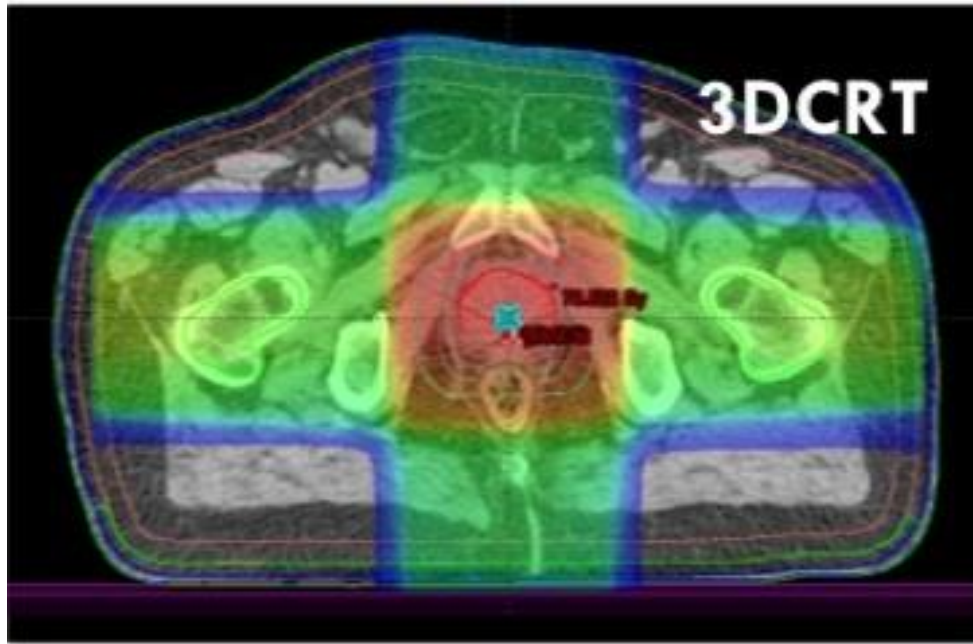




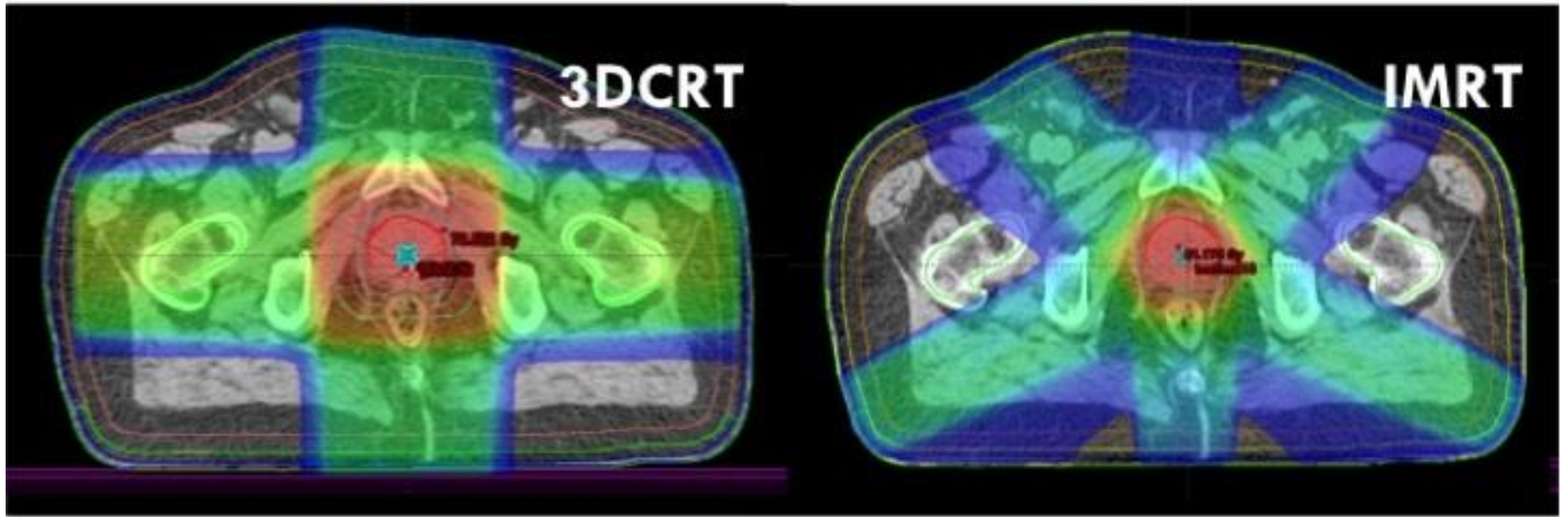
- Ακτίνες X



- Ακτίνες X

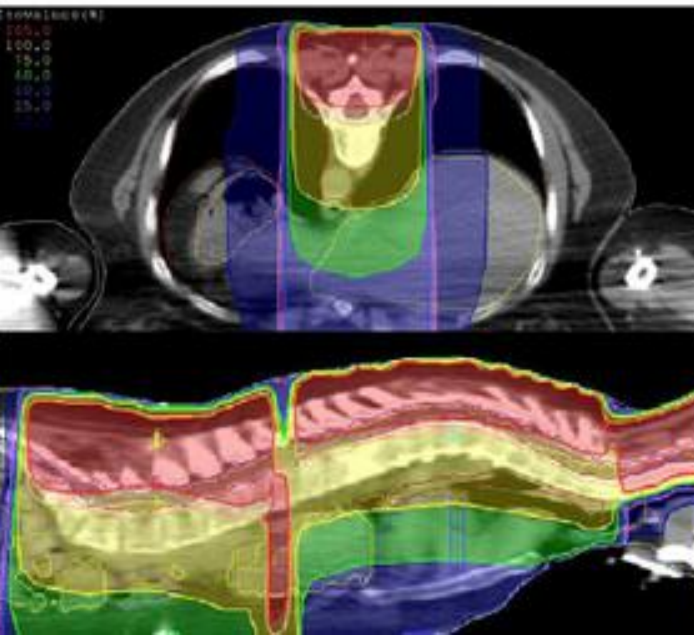


- Ακτίνες X

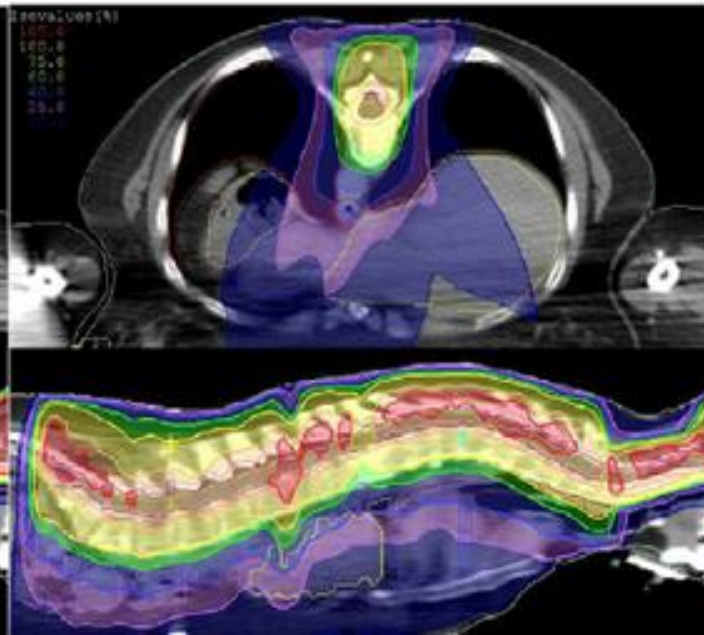


- Ακτίνες Χ

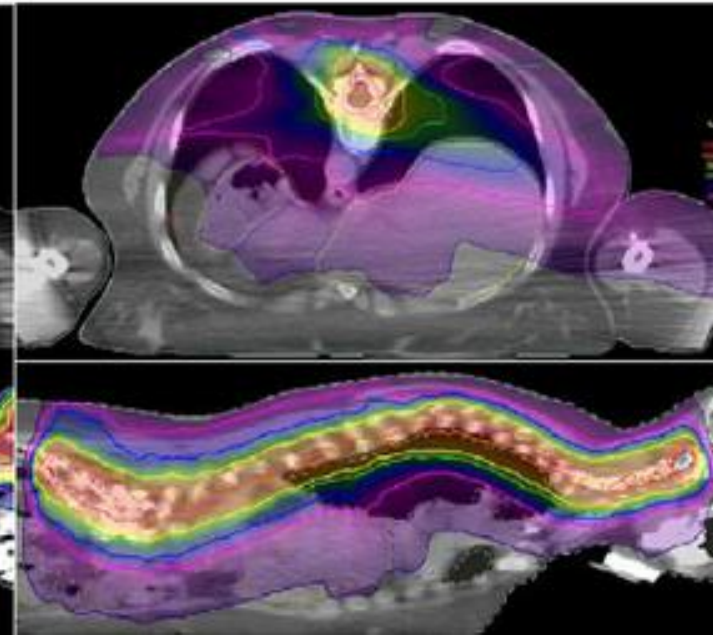
3D-CRT

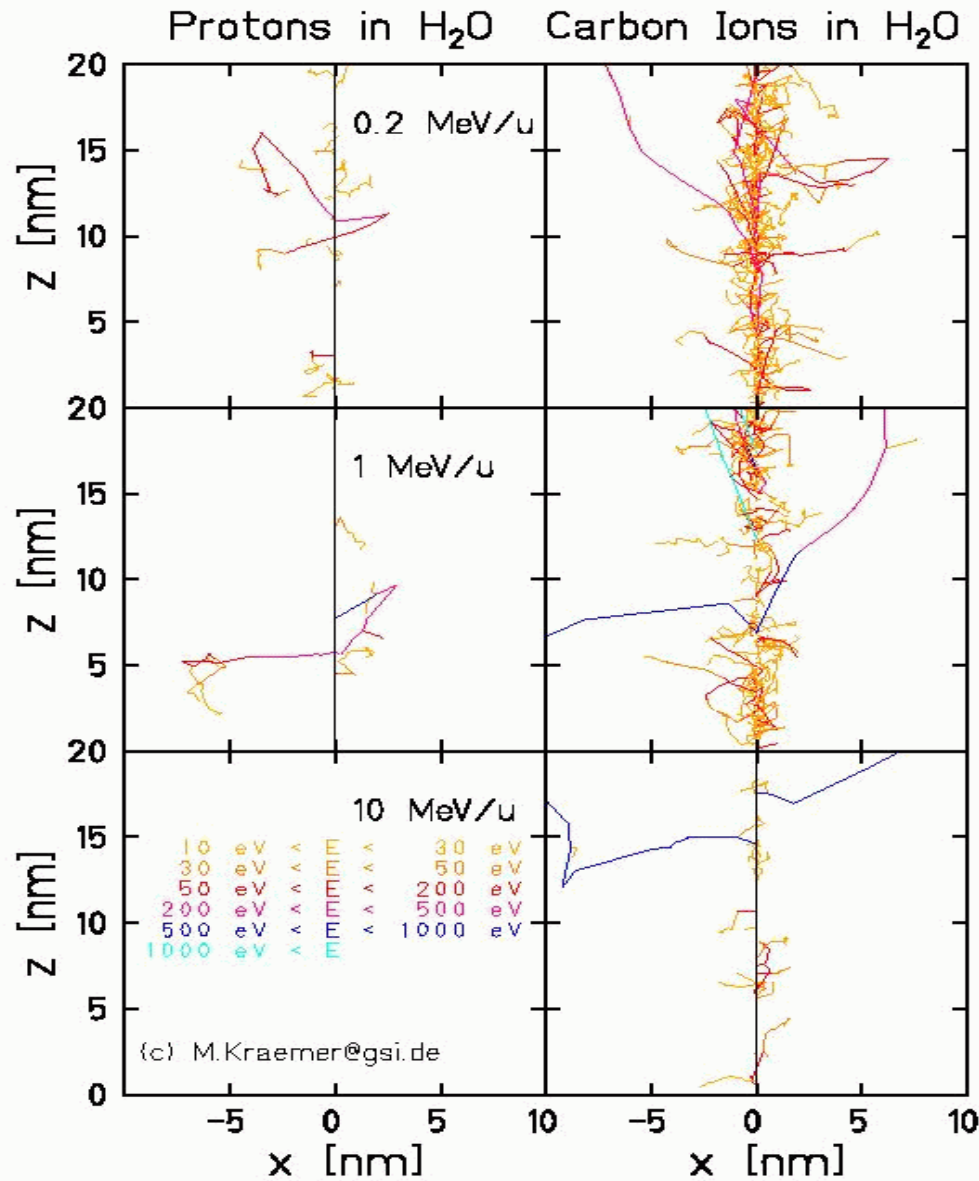


IMRT

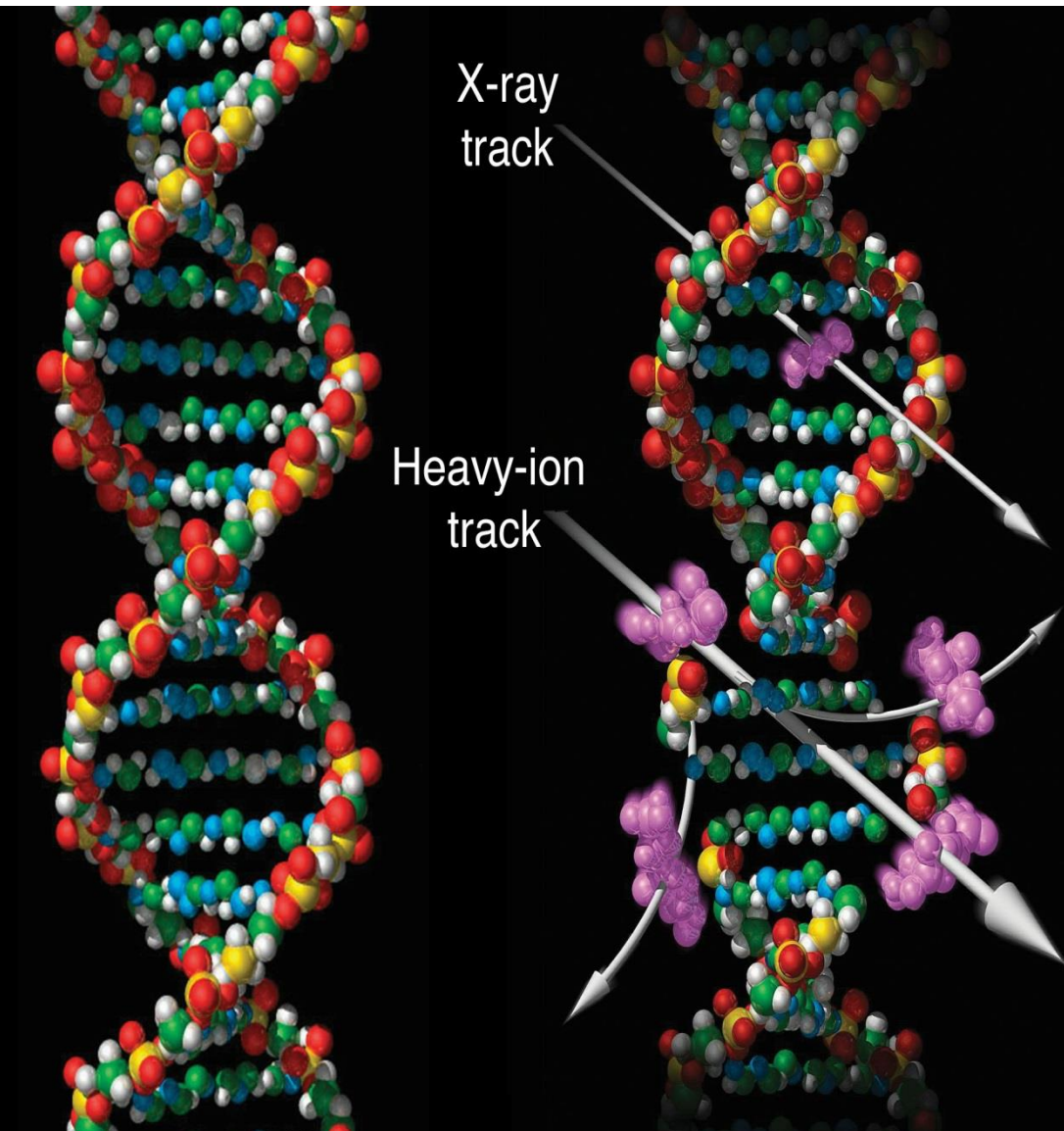


VMAT



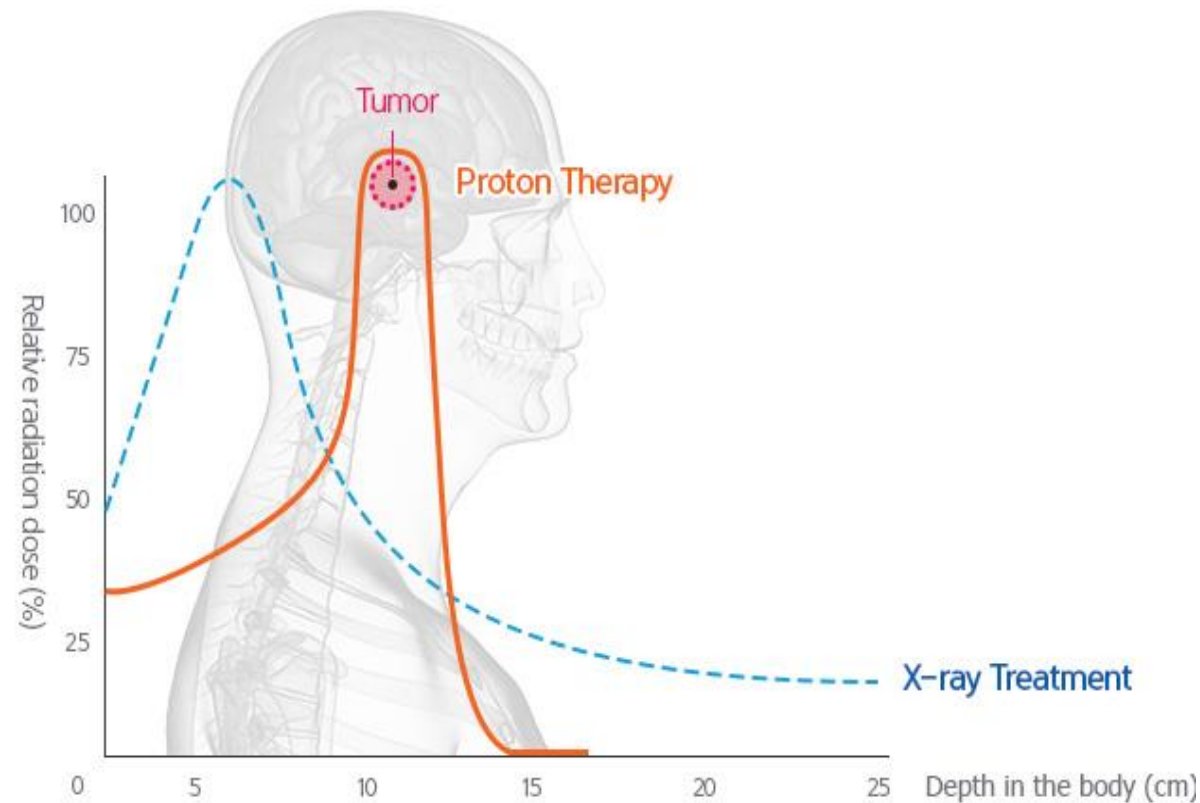


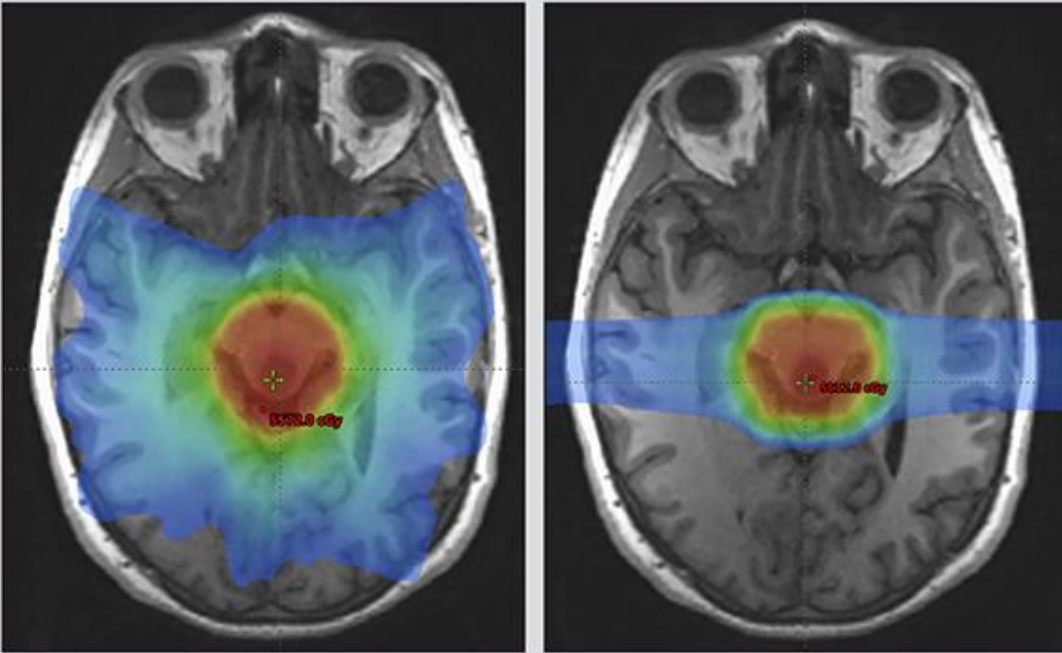
- Φορτισμένα σωματίδια:
- Διαφορετική αλληλεπίδραση με την ύλη σε μικροσκοπική κλίμακα



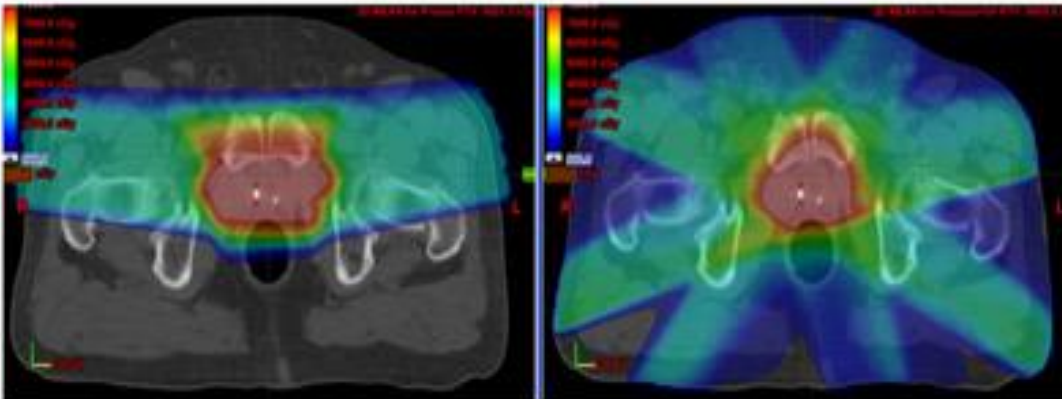
- Φορτισμένα σωματίδια:
- Διαφορετική αλληλεπίδραση με την ύλη σε μικροσκοπική κλίμακα

- Φορτισμένα σωματίδια:
- Διαφορετική αλληλεπίδραση με την ύλη σε μικροσκοπική κλίμακα
- Διαφορετική κατανομή της ακτινοβολίας σε μακροσκοπική κλίμακα

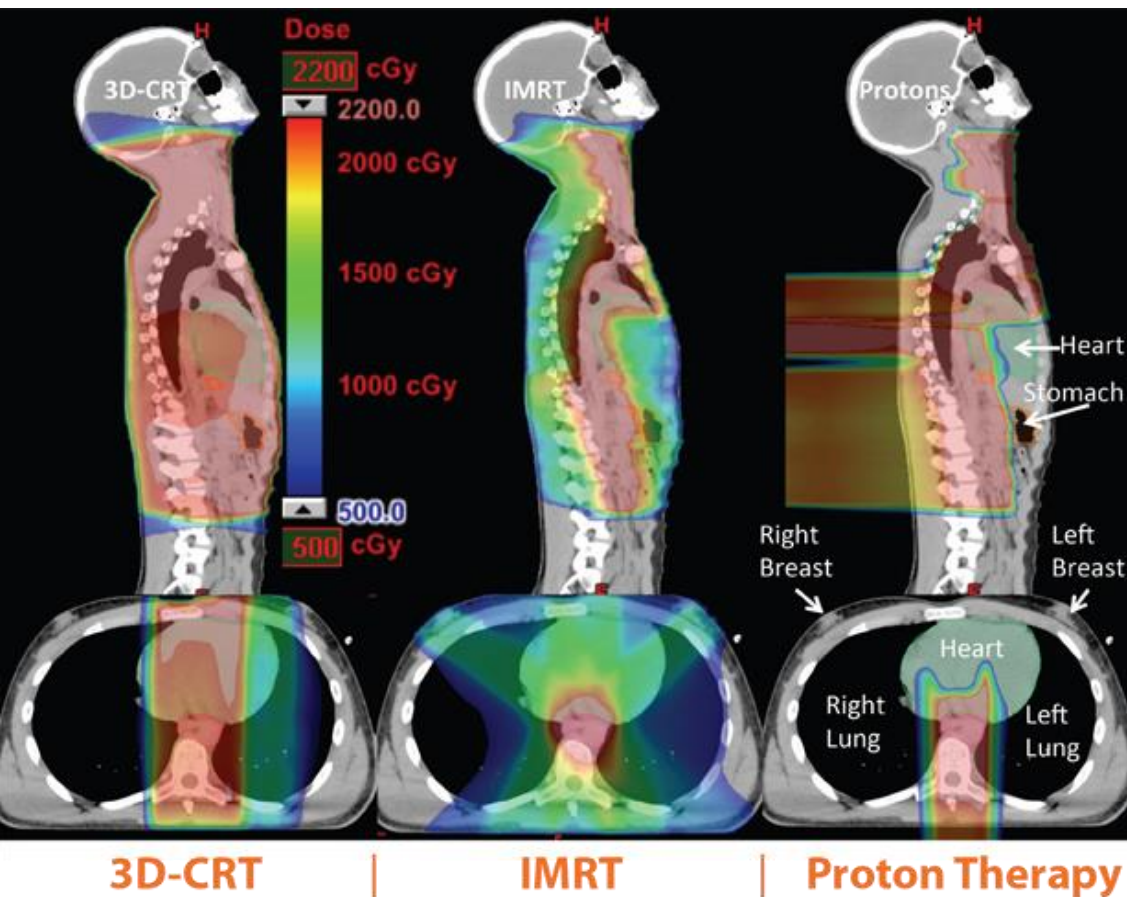




- Φορτισμένα σωματίδια:
- Διαφορετική αλληλεπίδραση με την ύλη σε μικροσκοπική κλίμακα
- Διαφορετική κατανομή της ακτινοβολίας σε μακροσκοπική κλίμακα







- Φορτισμένα σωματίδια:
- Διαφορετική αλληλεπίδραση με την ύλη σε μικροσκοπική κλίμακα
- Διαφορετική κατανομή της ακτινοβολίας σε μακροσκοπική κλίμακα



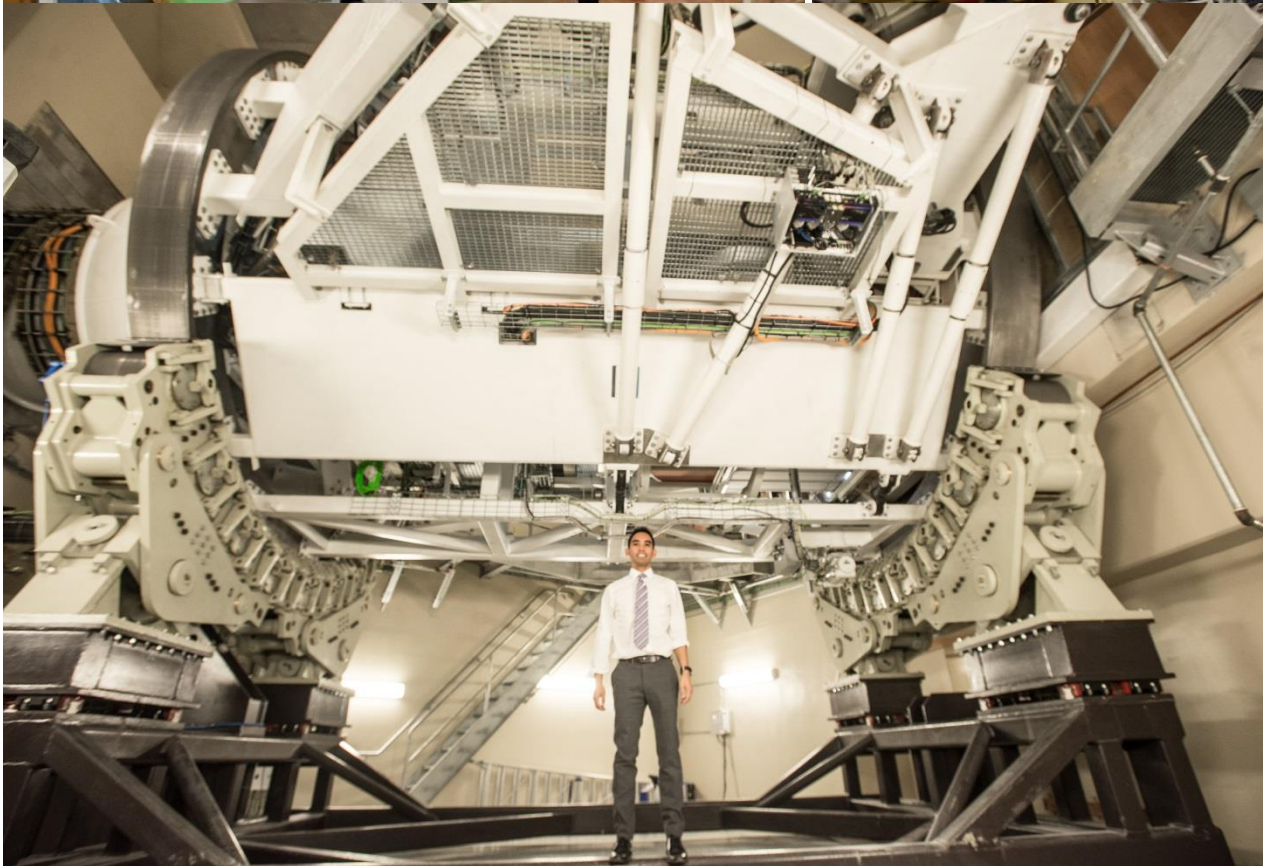
- Φορτισμένα σωματίδια:



- Φορτισμένα σωματίδια:

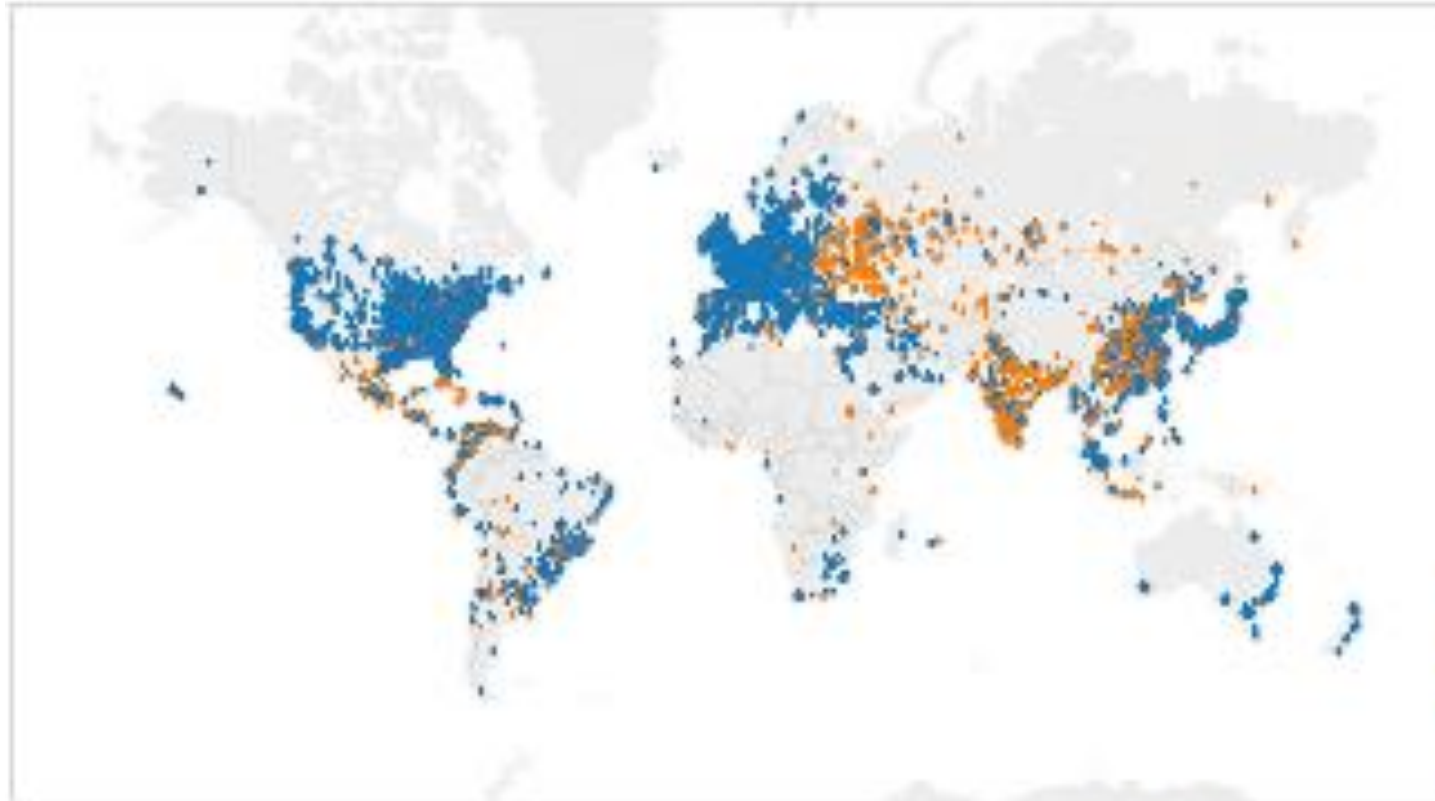


- Φορτισμένα σωματίδια:





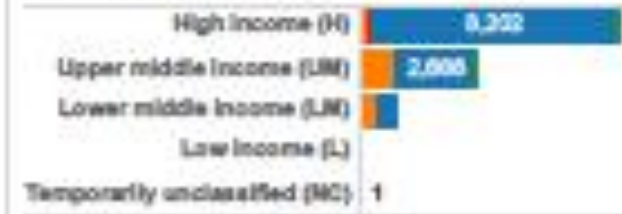
**Radiation therapy centers**  
(Updated on : 6/1/2017 7:11:24 AM)



**Equipment type**  
(Updated on : 6/1/2017 7:11:24 AM)



**Income groups**

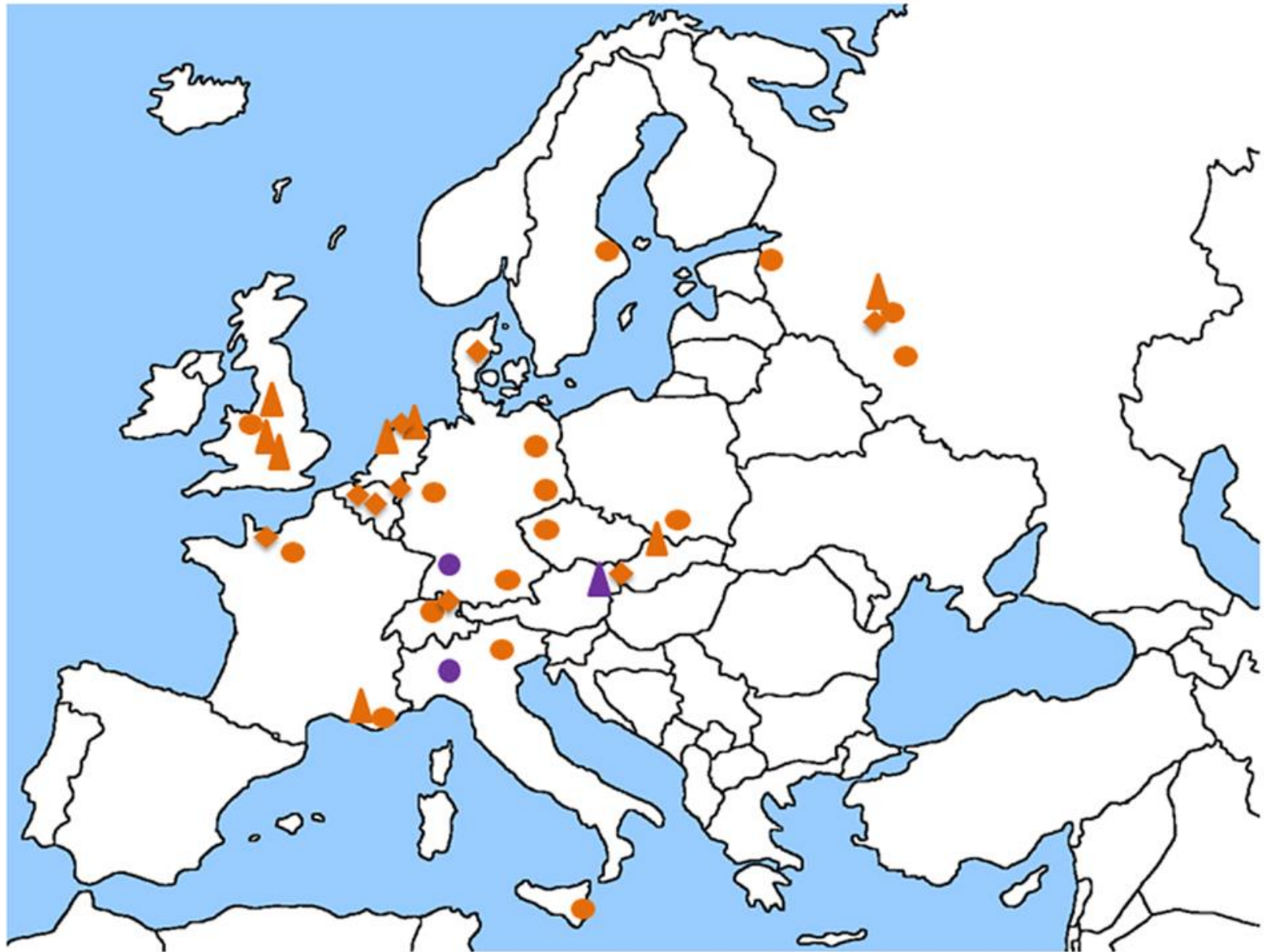


Countries	RT centers	Equipment	Linac	Radionuclide Therapy	Circular Accelerator	Particle Therapy
<b>139</b>	<b>7041</b>	<b>13755</b>	<b>11440</b>	<b>2186</b>	<b>14</b>	<b>115</b>



# Particle therapy centres in Europe - 2015

- In operation:
- Proton
  - Carbon
  - Dual Ion
- Under construction:
- ▲ Proton
  - ▲ Carbon
  - ▲ Dual Ion
- Being planned:
- ◆ Proton
  - ◆ Carbon
  - ◆ Dual Ion





- Ο καρκίνος θεωρείται σήμερα μία ιάσιμη ασθένεια
- Οι θετικές επιστήμες οδηγούν τις εξελίξεις στον τομέα της διάγνωσης και της θεραπείας
- Η βασική έρευνα είναι το θεμέλιο και η κινητήριος δύναμη αυτών των εξελίξεων



LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

FACULTY OF PHYSICS  
CHAIR OF EXPERIMENTAL PHYSICS  
MEDICAL PHYSICS

