

Επετειακό Εγχειρίδιο: Ιστορική Εξέλιξη Μηχανημάτων Ακτινοθεραπείας

Δεκαετία 1950: Η Αρχή της Ιατρικής Ακτινοθεραπείας με Γραμμικούς Επιταχυντές

Το 1953, το Hammersmith Hospital στο Λονδίνο έγινε το πρώτο νοσοκομείο παγκοσμίως που χρησιμοποίησε γραμμικό επιταχυντή για ιατρική θεραπεία. Ο επιταχυντής, κατασκευασμένος από την Metropolitan-Vickers, παρείχε δέσμη ακτίνων Χ ενέργειας 8 MeV και χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία ασθενών με καρκίνο.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά **Metropolitan-Vickers**:

- Ενέργεια Φωτονίων: 8 MeV
- Μήκος Επιταχυντικής Δομής: 3 μέτρα
- Χρήση: Θεραπεία καρκινικών όγκων
- Περίοδος Λειτουργίας: 1953–1969

Δεκαετία 1960: Η Εξέλιξη με τον Varian Clinac 4

Το 1962, η Varian εισήγαγε τον γραμμικό επιταχυντή Clinac 4, σχεδιασμένο ειδικά για κλινική χρήση, προσφέροντας βελτιωμένη ακρίβεια και αξιοπιστία.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά **Varian Clinac 4**:

- Ενέργεια Φωτονίων: 4 MeV
- Πηγή Ισχύος: Klystron
- Σχεδίαση: Isocentric με απόσταση 80 cm
- Χρήση: Επιφανειακοί και εν τω βάθει όγκοι

Πίνακας Σύγκρισης

Χαρακτηριστικό	Metropolitan-Vickers	Varian Clinac 4
Έτος Εισαγωγής	1953	1962
Ενέργεια Φωτονίων	8 MeV	4 MeV
Πηγή Ισχύος	Magnetron	Klystron
Σχεδίαση	Σταθερή	Isocentric
Κλινική Χρήση	Πρώτη εφαρμογή	Βελτιωμένη ακρίβεια

Επετειακό Εγχειρίδιο: Ιστορική Εξέλιξη Μηχανημάτων Ακτινοθεραπείας

Δεκαετία 1970: Εδραίωση των Isocentric LINACs και Ανάπτυξη του Ποιοτικού Ελέγχου

Κατά τη δεκαετία του 1970, οι γραμμικοί επιταχυντές (LINACs) άρχισαν να αντικαθιστούν μαζικά τις μονάδες Co-60 στην ακτινοθεραπεία, με έμφαση στη σταθερότητα της isocentric σχεδίασης. Παράλληλα, η βελτίωση των τεχνικών κατασκευής οδήγησε σε πιο αξιόπιστα, εμπορικά διαθέσιμα μοντέλα από μεγάλους κατασκευαστές όπως η Varian, η Siemens και η CGR-MeV (μετέπειτα μέρος της Elekta).

Σημαντικά Μοντέλα:

- **Varian Clinac 6 και Clinac 18:** Υιοθέτηση πολλαπλών ενεργειών φωτονίων και ηλεκτρονίων.
- **Siemens Mevatron:** Ενσωμάτωση modular σχεδίασης και εκτεταμένου ποιοτικού ελέγχου.
- **CGR Therac-6:** Γαλλικής κατασκευής μοντέλο με 6 MeV φωτόνια και δυνατότητα για IMRT-like τεχνικές.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά (Ενδεικτικά):

- Ενέργεια Φωτονίων: 6–18 MeV
- Ενέργεια Ηλεκτρονίων: 4–20 MeV
- Τεχνολογίες Σάρωσης και Δοσιμετρίας: Ιονιστικοί θαλάμοι, film, water phantom
- Πρώιμα Συστήματα Ποιοτικού Ελέγχου (QA) και manual γονιόμετρα

Πίνακας Συγκριτικών Μοντέλων της Δεκαετίας 1970

Μοντέλο	Κατασκευαστής	Ενέργεια (MeV)	Ιδιαιτερότητες
Clinac 6 / 18	Varian	6–18	Isocentric, multi-energy
Mevatron	Siemens	6–15	Modular σχεδίαση
Therac-6	CGR-MeV	6	Compact, ηλεκτρονική δέσμη

Επετειακό Εγχειρίδιο: Ιστορική Εξέλιξη Μηχανημάτων Ακτινοθεραπείας

Δεκαετία 1980: Υπολογιστική Τομογραφία και Έξυπνοι Επιταχυντές

Η δεκαετία του 1980 χαρακτηρίστηκε από τη σταδιακή ενσωμάτωση υπολογιστικών τεχνολογιών στην ακτινοθεραπεία, όπως η χρήση της CT στην ακριβέστερη απεικόνιση και ο σχεδιασμός θεραπειάς βασισμένος σε λογισμικό TPS (Treatment Planning Systems). Επίσης, τα μηχανήματα LINAC απέκτησαν ηλεκτρονικά ελεγχόμενο collimation, δυνατότητες ακριβούς ελέγχου πεδίου και εξαρτήματα για IMRT-like κατανομές.

Σημαντικά Μοντέλα:

- **Varian Clinac 2100C**: Υποστήριξη πολλαπλών ενεργειών, αρχική δυνατότητα διαμόρφωσης πεδίου. Ενσωμάτωση πλήρως ψηφιακών συστημάτων ελέγχου
- **Siemens Mevatron KD / 6700**: Ενσωμάτωση ψηφιακών πινάκων ελέγχου.
- **CGR Saturne 15**: Γαλλικό μοντέλο με modular σχεδίαση και DICOM-ready δυνατότητες.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά (Ενδεικτικά):

- Φωτόνια: 6–18 MeV | Ηλεκτρόνια: 6–22 MeV
- Πρώιμα MLC (Multi-Leaf Collimators) σε πειραματική φάση
- Εισαγωγή Treatment Planning Workstations με βάση CT
- Πρώιμη επικοινωνία LINAC με ηλεκτρονικό αρχείο (πρόδρομος DICOM-RT)

Πίνακας Συγκριτικών Μοντέλων της Δεκαετίας 1980

Μοντέλο	Κατασκευαστής	Ενέργεια (MeV)	Καινοτομίες
Clinac 2100C	Varian	6–18	MLC ready, πεδία πολλαπλής διαμόρφωσης
Mevatron KD / 6700	Siemens	6–15	Ψηφιακοί πίνακες ελέγχου
Saturne 15	CGR-MeV	6–15	DICOM-ready αρχιτεκτονική

Επετειακό Εγχειρίδιο: Ιστορική Εξέλιξη Μηχανημάτων Ακτινοθεραπείας

Δεκαετία 1990: Η Ψηφιοποίηση και η Έλευση του MLC

Η δεκαετία του 1990 αποτέλεσε σταθμό για την Ακτινοθεραπεία, με την επίσημη είσοδο των MLC (πολλαπλών φύλλων διαμορφωτών δέσμης), την καθιέρωση του DICOM-RT ως πρότυπο επικοινωνίας και την πλήρη ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών σε όλα τα στάδια της ακτινοθεραπείας. Η διαμόρφωση έντασης της δέσμης (IMRT) άρχισε να εφαρμόζεται σε ερευνητικό και κλινικό επίπεδο, ενώ η ακρίβεια στον σχεδιασμό και την παράδοση θεραπείας βελτιώθηκε δραματικά.

Σημαντικά Μοντέλα:

- **Varian Clinac 2100C/D**: Πλήρης υποστήριξη MLC, IMRT-ready και ψηφιακή διεπαφή.
- **Elekta SL20/SL25**: Νέα γενιά επιταχυντών με σύστημα Precise Beam και δυναμικό MLC.
- **Siemens Primus**: Ενσωματωμένα MLC, advanced TPS interface και modular συστήματα QA.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά (Ενδεικτικά):

- Φωτόνια: 6–18 MeV | Ηλεκτρόνια: 6–22 MeV
- Πλήρης υποστήριξη IMRT (step & shoot, sliding window)
- DICOM-RT: πρότυπο επικοινωνίας μεταξύ LINAC, TPS και QA
- Οθόνες αφής, λογισμικά beam modeling, αρχειοθέτηση πεδίων

Πίνακας Συγκριτικών Μοντέλων της Δεκαετίας 1990

Μοντέλο	Κατασκευαστής	Ενέργεια (MeV)	Καινοτομίες
Clinac 2100C/D	Varian	6–18	MLC, IMRT-ready, DICOM-RT
SL20 / SL25	Elekta	6–25	Precise Beam, δυναμικό MLC
Primus	Siemens	6–15	Modular QA, advanced interface

Εξειδικευμένα Συστήματα: **Gamma Knife** στη Δεκαετία 1990

Η Elekta εδραίωσε τη στερεοτακτική ακτινοχειρουργική με τη σειρά Gamma Knife ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1980, όμως η δεκαετία του 1990 είδε την ευρεία αποδοχή του Gamma Knife Model B και C. Το σύστημα χρησιμοποιούσε συστοιχία 201 πηγών Co-60 με σύγκλιση στο ισόκεντρο, επιτυγχάνοντας εξαιρετική ακρίβεια ($<0.5\text{ mm}$) για τη θεραπεία εγκεφαλικών βλαβών χωρίς κρανιοτομία.

Ενδείξεις:

- AVMs, ακουστικά νευρινώματα, μηνιγγιώματα, μεταστατικά εγκεφαλικά νεοπλάσματα.
- Χρήση στερεοτακτικού πλαισίου (Leksell) για ακινητοποίηση και εντοπισμό.

Τεχνολογικά Χαρακτηριστικά:

- 201 πηγές Co-60.
- Στερεοτακτικός σχεδιασμός βάσει MRI/CT.
- Μονάδες B και C με μηχανισμό αυτόματης εναλλαγής collimators (4, 8, 14 mm).

Πίνακας Gamma Knife Συσκευών (1990s)

Μοντέλο	Κατασκευαστής	Χαρακτηριστικά	Ενδείξεις
Gamma Knife Model B	Elekta	Στερεοτακτικό πλαίσιο, 201 Co-60	SRS για εγκεφαλικές βλάβες
Gamma Knife Model C	Elekta	Αυτόματη επιλογή collimator, frame-based SRS	Ακρίβεια $<0.5\text{ mm}$



Επετειακό Εγχειρίδιο: Ιστορική Εξέλιξη Μηχανημάτων Ακτινοθεραπείας

Δεκαετία 2000: IGRT, VMAT και Αυτοματισμοί στην Παράδοση Θεραπείας

Στη δεκαετία του 2000, η Ακτινοθεραπεία γνώρισε θεαματική πρόοδο με την είσοδο της Image-Guided Radiotherapy (IGRT), τη χρήση Cone Beam CT (CBCT) επί του επιταχυντή και την εισαγωγή τεχνικών ταχείας παράδοσης όπως η VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy). Ο έλεγχος της θεραπείας πλέον γίνεται με real-time imaging, ενώ τα λογισμικά αυτοματοποίησης και η χρήση μοντέλων ασφάλειας παίζουν καθοριστικό ρόλο.

Σημαντικά Μοντέλα:

- **Varian Trilogy**: Ο πρώτος LINAC με πλήρη IGRT δυνατότητα και CBCT.
- **Elekta Synergy**: Ενσωμάτωση IGRT και online adaptive capabilities.
- **Siemens Artiste**: Υποστήριξη VMAT, CBCT και real-time ασθενή positioning.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά (Ενδεικτικά):

- Φωτόνια: 6–18 MeV | Ηλεκτρόνια: 6–22 MeV
- CBCT onboard imaging, 2D/2D και 3D registration
- MLC με 80–160 φύλλα, σύστημα ελέγχου Leaf Motion
- Πλήρης υποστήριξη IMRT, VMAT, SRS

Πίνακας Συγκριτικών Μοντέλων της Δεκαετίας 2000

Μοντέλο	Κατασκευαστής	Ενέργεια (MeV)	Καινοτομίες
Trilogy	Varian	6–18	CBCT, IGRT, VMAT-ready
Synergy	Elekta	6–18	IGRT, adaptive RT
Artiste	Siemens	6–18	VMAT, CBCT, IGRT integration

SRS/SBRT & Knife Systems στη Δεκαετία 2000

Στη δεκαετία του 2000, η χρήση των τεχνικών SRS και SBRT ενισχύθηκε με την είσοδο εξειδικευμένων συστημάτων όπως το CyberKnife. Οι θεραπείες στόχευαν ενδοκρανιακές και εξωκρανιακές βλάβες με εξαιρετική ακρίβεια και περιορισμό της υγιούς ακτινοβολούμενης περιοχής. Ταυτόχρονα, η Elekta συνέχισε να εξελίσσει τα συστήματα Gamma Knife, καθιερώνοντάς τα ως πρότυπα στην ενδοκρανιακή ακτινοχειρουργική.

Σημαντικά Συστήματα:

- **CyberKnife G3/G4**: Πρώιμες εκδόσεις με ρομποτικό LINAC και real-time tracking.
- **Gamma Knife Perfexion**: Νέα γενιά στερεοτακτικής θεραπείας με Co-60 πηγές και automatic positioning.

Κλινικές Εφαρμογές:

- SRS: Ενδοκρανιακές βλάβες – AVMs, γλοιώματα, νευρινώματα, μεταστάσεις.
- SBRT: Μη χειρουργήσιμος καρκίνος πνεύμονα, ηπατικά νεοπλάσματα, σπονδυλικά μεταστατικά σημεία.
- Χρήση μοντέλων αναπνευστικής τροχιάς και immobilization για σταθερότητα στόχου.

Πίνακας Knife Συσκευών και SRS/SBRT Τεχνικών (2000s)

Σύστημα	Κατασκευαστής	Ενδείξεις	Τεχνολογίες
CyberKnife G3/G4	Accuray	SRS/SBRT (σωματικό & εγκεφαλικό)	Ρομποτικός LINAC, Xsight Spine/Respiratory
Gamma Knife Perfexion	Elekta	SRS (εγκεφαλικό)	192 Co-60 πηγές, automatic collimation

Επετειακό Εγχειρίδιο: Ιστορική Εξέλιξη Μηχανημάτων Ακτινοθεραπείας

Δεκαετία 2010: Ακρίβεια, Προσαρμοστικότητα και Τεχνητή Νοημοσύνη

Η δεκαετία του 2010 χαρακτηρίστηκε από την εδραίωση της εξατομικευμένης και προσαρμοζόμενης ακτινοθεραπείας (Adaptive RT), την ευρεία εφαρμογή της στερεοτακτικής θεραπείας σώματος (SBRT), και την ενσωμάτωση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης (AI) στον σχεδιασμό και τον έλεγχο θεραπείας. Ταυτόχρονα, η MRI-καθοδηγούμενη ακτινοθεραπεία (MRgRT) έκανε την είσοδό της στην κλινική πράξη, προσφέροντας απεικόνιση μαλακών ιστών σε πραγματικό χρόνο.

Σημαντικά Μοντέλα:

- **Varian TrueBeam**: Σύστημα ακριβείας με δυνατότητα SBRT, RapidArc και προσαρμοστικές τεχνικές.
- **Elekta Versa HD**: Υποστήριξη FFF beams, high-definition MLC και IGRT.
- **ViewRay MRIdian**: Συνδυασμός γραμμικού επιταχυντή με MRI 0.35T για online adaptive MRgRT.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά (Ενδεικτικά):

- Φωτόνια: 6–18 MeV (συμπεριλαμβανομένων FFF) | Ηλεκτρόνια: έως 22 MeV
- MR-guidance, online adaptive RT, AI-driven contouring
- High-definition MLC, intrafraction motion tracking
- Υποστήριξη SBRT, SRS, IGRT, VMAT, IMRT

Πίνακας Συγκριτικών Μοντέλων της Δεκαετίας 2010

Μοντέλο	Κατασκευαστής	Ενέργεια (MeV)	Καινοτομίες
TrueBeam	Varian	6–18 (FFF)	SBRT, RapidArc, AI planning
Versa HD	Elekta	6–18	HD-MLC, FFF, IGRT
MRIdian	ViewRay	6 (LINAC)	MRI-guided RT, online adaptation

SRS/SBRT & Knife Systems: Ακριβής Στοχευμένη Θεραπεία

Οι τεχνικές Stereotactic Radiosurgery (SRS) και Stereotactic Body Radiotherapy (SBRT) εδραιώθηκαν τη δεκαετία του 2010 ως υψηλής ακρίβειας, υποβοηθούμενες από ρομποτικά ή στερεοτακτικά συστήματα. Η χρήση εξειδικευμένων μηχανημάτων όπως το CyberKnife και το Gamma Knife επέτρεψε τη μη επεμβατική θεραπεία ενδοκρανιακών και εξωκρανιακών όγκων με ελάχιστο αριθμό συνεδριών.

Σημαντικά Συστήματα:

- **Accuray CyberKnife M6**: Ρομποτικός LINAC για SRS/SBRT με συνεχή παρακολούθηση κίνησης.
- **Elekta Gamma Knife Icon**: Στερεοτακτική ακτινοχειρουργική για εγκεφαλικές βλάβες με MRI guidance.
- **ZAP-X Gyroscopic RT**: Καινοτόμο σύστημα για ενδοκρανιακές βλάβες με ενσωματωμένο απεικονιστικό σύστημα.
- **EDGE**: C ARM γραμμικός για SRS και SBRT με 2,5mm στο ισόκεντρο και αυτόματη εφαρμογή στερεοτακτικής HyperARC.

Κλινικές Τεχνικές:

- SRS: Μονοδοσική θεραπεία για ενδοκρανιακές βλάβες (π.χ. AVMs, μηνιγγιώματα, εγκεφαλικές μεταστάσεις).
- SBRT: Υποδοσικές θεραπείες (3–5 συνεδρίες) για πνεύμονα, ήπαρ, πάγκρεας και σπονδυλική στήλη.
- Χρήση IGRT, real-time tracking, 6D couch και συστήματα αναπνευστικής συγχρονίσεως.

Πίνακας Knife Συσκευών και SRS/SBRT Τεχνικών

Σύστημα	Κατασκευαστής	Ενδείξεις	Τεχνολογίες
CyberKnife M6	Accuray	SRS, SBRT (εγκεφαλικό & σωματικό)	Ρομποτικός LINAC, αναπνευστική παρακολούθηση
Gamma Knife Icon	Elekta	SRS (εγκεφαλικό)	Co-60, MRI guidance, frame/frameless
ZAP-X	ZAP Surgical	SRS (εγκεφαλικό)	Gyroscopic LINAC, ενσωματωμένη απεικόνιση
EDGE	Varian	SRS, SBRT (εγκεφαλικό & σωματικό)	HDMLC 2,5mm Ρομποτικούς βραχίονες Και αυτόματη στερεοτακτική εφαρμογή HYPEARC

Επετειακό Εγχειρίδιο: Ιστορική Εξέλιξη Μηχανημάτων Ακτινοθεραπείας

Δεκαετία 2020: Ακτινοθεραπεία Ακριβείας με MRgRT, AI και Προσαρμογή σε Πραγματικό Χρόνο

Η τρέχουσα δεκαετία χαρακτηρίζεται από την τεχνολογική σύγκλιση Ακτινοθεραπείας, Απεικόνισης και Τεχνητής Νοημοσύνης. Η MRI-guided Radiotherapy (MRgRT) χρησιμοποιείται πλέον ευρέως, ενώ τα συστήματα αυτοματοποιημένου σχεδιασμού, adaptive RT και real-time tracking επιτρέπουν θεραπείες με πρωτοφανή ακρίβεια. Επιπλέον, η ρομποτική τεχνολογία και η ανάλυση big data συμβάλλουν στον βελτιστοποιημένο σχεδιασμό και εξατομίκευση της θεραπείας.

Σημαντικά Συστήματα και Μηχάνημα:

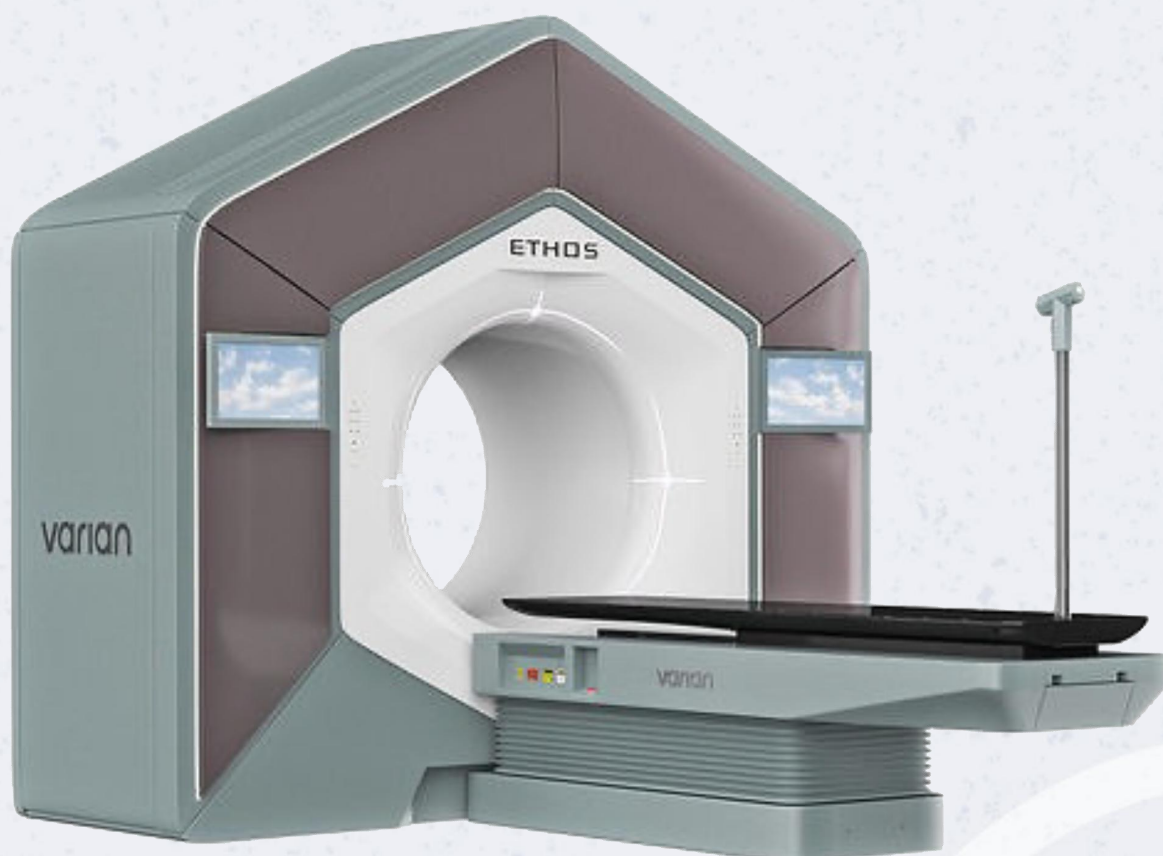
- **Varian Ethos:** Ολοκληρωμένο σύστημα adaptive RT που βασίζεται σε CBCT και AI, με δυνατότητα αυτόματης αναπροσαρμογής πεδίων και AI-based contouring. Δεν χρησιμοποιεί MRI αλλά CBCT για καθημερινή απεικόνιση, εστιάζοντας στην ταχεία προσαρμογή και ευκολία στην κλινική ενσωμάτωση.
- **Elekta Unity:** MR-LINAC 1.5T με online επανασχεδιασμό πεδίων και real-time soft tissue imaging.
- **ViewRay MRIdian Linac:** MRI-guided LINAC με δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης στόχου.
- **Accuray CyberKnife S7:** Ταχύτερο σύστημα SBRT/SRS με AI-based respiratory tracking.

Τεχνολογίες και Τεχνικές:

- MRgRT με real-time παρακολούθηση και επανασχεδιασμό.
- Ακτινοθεραπεία βασισμένη σε AI: αυτόματη οριοθέτηση, dose adaptation, ποιότητα.
- Στερεοτακτικές τεχνικές (SBRT/SRS) με submillimeter ακρίβεια.
- Σύνδεση με cloud-based oncology systems και machine learning μοντέλα για απόφαση θεραπείας.

Πίνακας Σύγχρονων Μοντέλων και Καινοτομιών (2020s)

Μοντέλο	Κατασκευαστής	Κύρια Τεχνολογία	Ιδιαιτερότητες
Ethos	Varian	AI, Adaptive RT	Auto-adaptation, AI-contouring
Unity	Elekta	MR-LINAC 1.5T	Online replanning, live MRI
MRIdian Linac	ViewRay	MR-LINAC 0.35T	Real-time beam control
CyberKnife S7	Accuray	SRS/SBRT + AI	High-speed delivery, motion sync



Πίνακας Καινοτόμων Συστημάτων (ESTRO 2025)

Σύστημα	Κατασκευαστής	Τεχνολογία	Ιδιαιτερότητες
MAGNETOM Flow RT Pro	Siemens	MRI RT (1.5T)	Απεικόνιση μαλακών ιστών σε πραγματικό χρόνο
CyberKnife S7	Accuray	Τεχνητή Νοημοσύνη και Στερεοτακτική Ακτινοθεραπεία (SBRT/SRS)	Αναπνευστική παρακολούθηση
Unity MR-LINAC	Elekta	Ακτινοθεραπεία καθοδηγούμενη από MRI	Online replanning
FLASHKNiFE	THERYQ	Ακτινοθεραπεία υπερυψηλής ροής (FLASH RT)	Υπερυψηλός ρυθμός δόσης
RayIntelligence	RaySearch	AI-Analytics	Πρόβλεψη δόσης, μοντελοποίηση τοξικότητας
Symphony	CQ Medical	Treatment Imaging	Ολοκληρωμένη μεταφορά/θέση

Καινοτομίες στην Ακτινοθεραπεία - ESTRO 2025 (Βιέννη)

Στο συνέδριο ESTRO 2025 παρουσιάστηκαν σημαντικές καινοτομίες στον τομέα της ακτινοθεραπείας, με έμφαση στην εξατομίκευση, την απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, την τεχνητή νοημοσύνη και την ακτινοβόληση υπερυψηλής δόσης (FLASH).

Νέα Μηχανήματα & Τεχνολογίες

varian

Varian (Siemens Healthineers)

- **RapidArc Dynamic:** Συνδυασμός IMRT και VMAT σε ένα πλάνο με ειδικό σχεδιασμό στο Eclipse και εφαρμογή στο TrueBeam και EDGE.
- **ARIA CORE Automations:** Αυτοματοποιεί ροές εργασίας στο ARIA CORE.
- **HyperSight Imaging:** Προηγμένη απεικόνιση για τα Ethos, Halcyon και TrueBeam EDGE.
- **AI-Rad Companion Organs RT:** Αυτόματη περιγραφή οργάνων σε MRI και CT με AI.

Elekta

Elekta

- **Elekta ONE® | Brachy Planning:** Ενσωματωμένη πλατφόρμα για βραχυθεραπεία.
- **Elekta Unity:** MR-Linac για real-time adaptive θεραπεία.
- **Elekta Studio:** Ενοποίηση σταδίων βραχυθεραπείας σε ένα χώρο.
- Εστίαση στην υποκλασματοποίηση για μείωση περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

ACCURAY

Accuray

- **Radixact® & CyberKnife®:** Συστήματα για εξαιρετικά ακριβή ακτινοθεραπεία.
- **Accuray Precision® TPS:** Σύστημα σχεδιασμού θεραπείας.
- **iDMS®:** Διαχείριση δεδομένων ασθενών.



Siemens Healthineers

- **MAGNETOM flow RT Pro Edition:** Ειδικά σχεδιασμένος μαγνήτης 1,5T για RT
- **Oncology Exchange:** Ενοποίηση πληροφοριών συνταγών από ARIA CORE στο CT.
- **AI-based Autocontouring:** Αυτόματη περιγραφή οργάνων σε MRI με AI.



Brainlab

- **ExacTrac Dynamic® & Surface®:** Συστήματα SGRT τοποθέτησης ασθενών.
- **Elements:** Εξειδικευμένα εργαλεία για σχεδιασμό ακτινοχειρουργικής
- **Novalis Knowledge Services:** Πιστοποίηση SRS/SBRT.



RaySearch Laboratories

- **Adaptive Radiotherapy:** Προσαρμογή σε ανατομικές μεταβολές.
- **Automated Workflows:** Ροές εργασίας με αυτοματισμούς.
- **Integrated Planning:** Ενοποίηση διαδικασιών σχεδιασμού.
- **Clinical Data Analysis:** Ανάλυση δεδομένων για βελτιστοποίηση θεραπείας.



CQ MEDICAL™
Formerly CIVCO RT™ and Qfix*

CQ Medical

Λύσεις ακινητοποίησης και υποστήριξης για ακτινοθεραπεία.

Symphony: Λύση ολοκληρωμένης μεταφοράς απεικόνισης – θεραπείας.

- **BioXmark:** Υγρός fiducial marker για μαλακούς ιστούς.

THERYQ

HEALTH

THERYQ (FLASH Radiotherapy)

- **FLASHKNIFE**: FLASH ακτινοθεραπεία με υπερυψηλή ροή (UHDR).
- **FLASHDEEP**: Θεραπεία με ηλεκτρόνια 100–200 MeV για βαθιά στόχευση.



ViewRay

- Καμία σημαντική παρουσία στο ESTRO 2025 λόγω διακοπής εμπορικής δραστηριότητας, αλλά διατηρεί επιστημονικό ενδιαφέρον για MRIdian.

Πίνακας Καινοτομιών ESTRO 2025 ανά Εταιρεία

Εταιρεία	Καινοτομίες / Επιτεύγματα
Varian (Siemens)	RapidArc Dynamic, ARIA CORE Automations, HyperSight Imaging, AI-Rad Companion Organs RT, Ethos planning, Planning Innovations, Linac QA Solution
Elekta	Elekta ONE® Brachy Planning, Unity MR-LINAC, Elekta Studio, υποκλασματοποίηση
Accuray	Radixact®, CyberKnife®, Accuray Precision®, iDMS®
Siemens Healthineers	MAGNETOM flow RT Pro Edition, Oncology Exchange, AI-based Autocontouring
Brainlab	ExacTrac Dynamic®, Elements, Novalis Knowledge Services
RaySearch	Adaptive Radiotherapy, Automated Workflows, Integrated Planning, Clinical Data Analysis
CQ Medical	Λύσεις ακινητοποίησης & υποστήριξης
THERYQ	FLASHKNIFE, FLASH RT, Εξειδικευμένοι γραμμικοί επιταχυντές
ViewRay	MRIdian (επιστημονική παρουσία, χωρίς εμπορική έκθεση)

ASTRO 2025 (San Francisco)

Συνοπτικές Καινοτομίες ανα Εταιρεία

Εταιρεία	Καινοτομίες / Τεχνολογίες	Κατηγορίες
Varian / Siemens Healthineers	Halcyon upgrades; integrated CBCT & motion management; imaging + therapy ecosystem	LINAC/Delivery, Imaging, Motion Management, Workflow
Elekta	Elekta ONE Planning (powered by MIM); adaptive planning & QA workflow	TPS/Planning, Adaptive RT, QA/Workflow
Reflexion	SCINTIX® BgRT: PET-guided radiotherapy; single-fraction SBRT case demos	BgRT, PET-guided RT, SBRT, LINAC/Delivery
GE HealthCare	Intelligent RT; CT in RT; molecular imaging & theranostics; MRI for RT	Imaging, Theranostics, MRI, CT, Workflow
Siemens Healthineers (Imaging)	NAEOTOM Alpha.Prime photon-counting CT for RT; go.Sim/go.Open Pro; MRI in RT	Imaging, CT, Photon-counting, MRI
Accuray Incorporated	Radixact/TomoTherapy updates; expert case-based planning sessions	LINAC/Delivery, TomoTherapy, Workflow/Education
Sun Nuclear (Mirion)	Plan AI™ predictive plan quality; evrCAM™ RT monitoring; QA portfolio	QA, AI, Monitoring, Workflow
Radformation	Automation suite (AutoContour, EZFluence, ClearCheck, QuickCode, ChartCheck)	Automation, TPS QA, Contouring AI, Workflow
RaySearch Laboratories	RayStation (ECHO algorithm), RayCare, RayIntelligence; adaptive RT & analytics	TPS/Planning, Adaptive RT, OIS, Analytics/AI
MIM Software (a GE HealthCare company)	Maestro; Contour ProtégéAI+; SurePlan MRT; Symphony HDR/LDR; AI automation	Contouring AI, Brachytherapy Planning, Molecular RT (MRT)
Mevion Medical Systems	Compact single-room proton therapy platform; advances in PT delivery	Proton Therapy, Delivery
IBA (Ion Beam Applications)	Proton Therapy & Dosimetry solutions; PT systems & QA/dosimetry	Proton Therapy, Dosimetry, QA
C-RAD	Surface Guided Radiation Therapy (SGRT) solutions for positioning & gating	SGRT, Positioning, Gating
Cosylab	Oncology information & control systems; treatment delivery software	OIS, Delivery Software, Workflow
CivaTech Oncology	Brachytherapy innovations (CivaSheet etc.)	Brachytherapy
GammaTile	Collagen tile brachytherapy for brain tumors; clinical insights sessions	Brachytherapy, Neuro-oncology
Barrigel (Teleflex)	Injectable biodegradable rectal spacer for prostate RT	Rectal Spacer, Prostate RT, Accessories
Adaptiiv Medical Technologies	3D-printed, patient-specific accessories for RT	3D Printing, Accessories
Akesis	Radiosurgery solutions (Akesis Galaxy etc.)	SRS, LINAC/Delivery
Alpha Tau Medical	Alpha DaRT (diffusing alpha-emitters) for solid tumors	Alpha-particle Therapy, Brachy-like

ASTRO 2025 (San Francisco)

Συνοπτικές Καινοτομίες ανα Εταιρεία

Εταιρεία	Καινοτομίες / Τεχνολογίες	Κατηγορίες
Chabner XRT, LLC	Protective garments & solutions for RT staff/patients	Protective Apparel, Accessories
CDR Systems	Patient positioning & immobilization systems	Immobilization, Positioning, Accessories
Xstrahl	Superficial & orthovoltage X-ray therapy systems; research platforms	Superficial RT, Orthovoltage, Research Platforms
Zap Surgical	ZAP-X gyroscopic radiosurgery system	SRS, Dedicated System
Hitachi	Proton therapy systems & solutions	Proton Therapy
HistoSonics	Histotripsy (non-invasive, non-ionizing tumor therapy) - oncology applications	Non-ionizing Therapy, Histotripsy