



Università degli Studi di Firenze



CyberKnife®

FIRENZE

IL SISTEMA CYBERKNIFE®

Il Sistema CyberKnife® prodotto da Accuray™ Inc. è un sistema robotico ad elevata accuratezza per radiochirurgia e radioterapia stereotassica *full-body*.

Grazie al sistema di guida mediante immagini, alla tecnologia robotica e al tracking dinamico di bersagli che si muovono col respiro, il Sistema CyberKnife® permette di ottenere un'accuratezza sub-millimetrica ed un elevato gradiente di dose, in modo da colpire il bersaglio con dosi elevate e salvaguardare, allo stesso tempo, gli organi critici circostanti.

È così possibile trattare con estrema accuratezza, oltre alle lesioni intracraniche, anche aree cliniche critiche quali la spina dorsale, i polmoni, il fegato, il pancreas e la prostata.

GUIDA MEDIANTE IMMAGINI

Il sistema di *image guidance* del CyberKnife® consente di monitorare la posizione del target durante tutto il trattamento, prendendo come riferimento l'anatomia del paziente.

Il CyberKnife® non necessita di un casco stereotassico o di un *body frame* per fissare il paziente, né prima né durante il trattamento, poiché il robot guidato dalle immagini è in grado di correggere la direzione del fascio per compensare gli eventuali spostamenti del target.

Oltre al maggior comfort per il paziente, uno dei grandi vantaggi è quello di poter effettuare sia trattamenti in frazione singola che in regime di ipofrazioneamento (2-5 frazioni), qualora importanti strutture critiche impongano limiti sulla dose per frazione.

TRACKING DINAMICO

Il sistema di *tracking* respiratorio Synchrony® è in grado di individuare e seguire in tempo reale la posizione del tumore e sincronizzare il movimento del fascio di trattamento con il movimento del target dovuto al respiro, durante l'intero ciclo respiratorio.

Questa abilità di *tracking 4D* non solo rende i trattamenti molto più confortevoli per il paziente, che può respirare liberamente, ma anche più sicuri, veloci e soprattutto accurati.

TECNOLOGIA ROBOTICA

Il Sistema CyberKnife® sfrutta un braccio robotico in grado di muovere con sei gradi di libertà nello spazio un acceleratore lineare compatto (LINAC).

Grazie al robot, alla sua flessibilità e precisione di movimento, il LINAC può erogare il fascio da più di 1500 posizioni diverse, verso differenti punti del volume tumorale. Consente così trattamenti non isocentrici ad elevata conformalità.

SISTEMA ROBOTICO CYBERKNIFE®

200 SISTEMI CYBERKNIFE®

INSTALLATI NEL MONDO



OLTRE 80.000
PAZIENTI TRATTATI

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA CYBERKNIFE®



ACCELERATORE LINEARE

L'acceleratore lineare (LINAC) leggero e compatto emette raggi X a 6MV, con dose rate fino a 800 UM/min.

Il LINAC è dotato di dodici collimatori secondari intercambiabili, che permettono di ottenere fasci a sezione circolare con diametro da 5mm a 60mm.

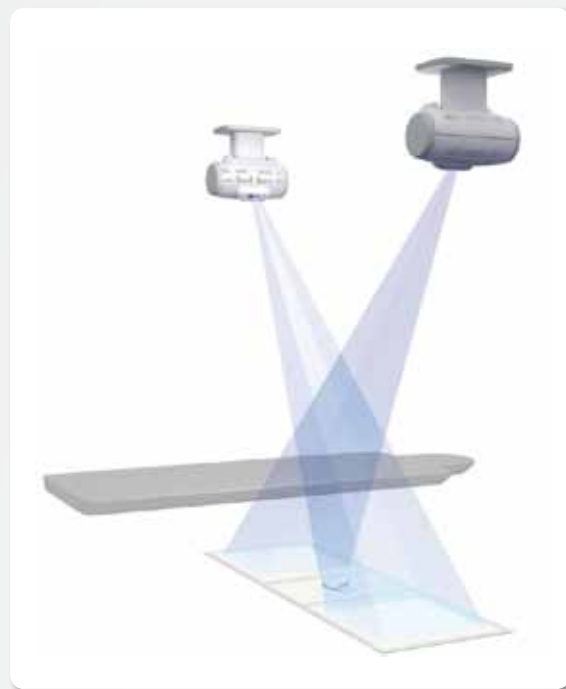
I fasci possono essere indirizzati sul bersaglio da più di 1500 posizioni diverse, grazie alla mobilità del robot su cui è montato il LINAC.

BRACCIO ROBOTICO

Il braccio robotico utilizzato dal Sistema CyberKnife® è in grado di muovere l'acceleratore lineare in circa 130 posizioni diverse intorno al paziente.

Da ciascuna posizione il fascio è, a sua volta, indirizzabile in 12 direzioni diverse, per un totale di più di 1500 fasci di irradiazione.

L'accuratezza di riposizionamento nello spazio è inferiore a 0,12mm.



SISTEMA DI IMAGING

Le sorgenti di raggi X diagnostici, insieme ai relativi detettori di immagini, costituiscono il sistema di *imaging*.

Durante il trattamento, prima di ogni fascio, vengono acquisite due radiografie del paziente perpendicolari tra loro che, confrontate con le immagini digitali ricavate dalla TAC, le DRR, permettono al sistema di determinare la posizione del target.

Il sistema invia così al robot le eventuali correzioni da applicarsi alla direzione del fascio per compensare gli eventuali spostamenti del bersaglio.



LETTO ROBOTIZZATO AXUM™

Il letto robotizzato Axum™ (*Automatic Patient Positioning System*) allinea automaticamente e con accuratezza il paziente mediante un singolo comando remoto.

Ciò riduce significativamente i tempi di allineamento del paziente.



SISTEMA DI PIANIFICAZIONE DEL TRATTAMENTO MULTIPLAN®

MultiPlan® è un sistema di pianificazione, appositamente creato per il CyberKnife®.

MultiPlan® è compatibile con il formato DICOM RT e comprende:

- modulo di fusione di immagini multimodali
- modulo di *contouring* automatico e manuale
- sistema di ottimizzazione *inverse planning*
- strumenti avanzati di valutazione, confronto e somma dei piani

Le peculiarità del sistema MultiPlan® sono:

- pianificazione inversa: sono assegnati *constraints* di dose al target e agli organi a rischio
- trattamento non-isocentrico conformale
- ipo-frazionamento

CyberKnife®

FIRENZE



UN SISTEMA ROBOTICO UNICO



MULTIPLAN® MD SUITE – Stazione di lavoro remota

Multiplan® MD Suite permette al medico di effettuare la fusione delle immagini, il contornamento dei target e delle strutture critiche, la revisione e l'approvazione dei piani da una stazione remota situata in un altro ospedale, in ufficio, a casa.

SYNCHRONY® – Sistema di tracking del respiro

Synchrony® permette di trattare con accuratezza radiochirurgica tumori e lesioni che si muovono con il respiro: polmoni, fegato, reni, pancreas.

Con Synchrony® il paziente può respirare normalmente durante il trattamento, mentre il robot segue in tempo reale e in modo dinamico il moto del bersaglio durante l'erogazione del fascio, e compensa i movimenti dovuti al respiro.



XSIGHT® SPINE – Sistema di tracking della spina

Xsight® permette di trattare lesioni spinali e paraspinali in maniera del tutto non invasiva. Consente il *tracking* del target basandosi su reperi ossei anatomici ad esso solidali, le vertebre, nel confronto di immagini radiografiche utilizzate dal sistema di *imaging*. Il confronto avviene mediante fusione non rigida di immagini e l'accuratezza di trattamento che ne risulta è sub-millimetrica.

XSIGHT® LUNG – Sistema di tracking diretto della lesione

Xsight® Lung permette il *tracking* diretto della lesione polmonare, senza l'ausilio di reperi radiopachi, sfruttando l'anatomia del paziente.

Questo rende il trattamento di molte lesioni polmonari del tutto non invasivo, mantenendo l'accuratezza.

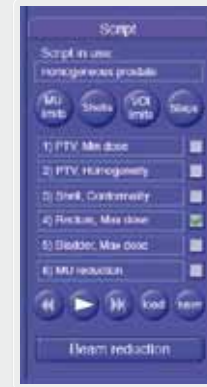
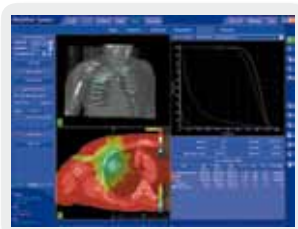


4D TREATMENT – Sistema di pianificazione

4D Treatment tiene conto non solo del movimento del target, ma anche del movimento e della deformazione delle strutture critiche e dei tessuti sani circostanti.

Calcolo della dose Monte Carlo

Il metodo di calcolo della dose Monte Carlo è il gold standard per il trattamento di tumori in zone di discontinuità dei tessuti. L'algoritmo utilizzato nel **Monte Carlo Dose Calculation** del Sistema CyberKnife® produce risultati in pochi minuti ed è utilizzabile nella pratica clinica quotidiana.



SEQUENTIAL OPTIMIZATION – Algoritmo di ottimizzazione sequenziale del piano

L'ottimizzazione sequenziale rappresenta uno strumento intuitivo e intelligente per sviluppare rapidamente piani di trattamento specifici, studiati in funzione delle priorità dell'operatore e in base alle caratteristiche cliniche del paziente.

INTEMPO™ – Sistema di imaging adattativo

Durante il trattamento si possono verificare dei movimenti imprevedibili e complessi della prostata.

La presenza di molte strutture critiche in prossimità del target richiede estrema precisione nell'irradiazione: il software **InTempo™** permette di variare la frequenza di acquisizione delle immagini in funzione dei movimenti della prostata durante il trattamento, garantendo un *tracking* ottimale della lesione durante l'intera seduta.



ROBOCOUCH® – Sistema robotico di posizionamento del paziente

RoboCouch® è il letto robotizzato a sei gradi di libertà, che consente un rapido *setup* e un preciso allineamento del paziente. L'opzione *seated load* rende più agevole e confortevole il caricamento del paziente sul lettino.

XCHANGE™ – Sistema di cambio robotico del collimatore

Grazie a **Xchange™** il robot effettua il cambio automatico del collimatore durante il trattamento, senza necessità di interruzioni. **Xchange™** opera con i 12 collimatori secondari fissi e con **Iris™**.



IRIS™ – Collimatore ad apertura variabile

Iris™ è un collimatore ad apertura variabile, le cui possibili aperture sono quelle dei 12 collimatori fissi del Sistema CyberKnife® (5mm-60mm). I trattamenti con collimatori multipli sono molto più rapidi mentre le caratteristiche del fascio sono virtualmente identiche a quelle dei collimatori fissi.

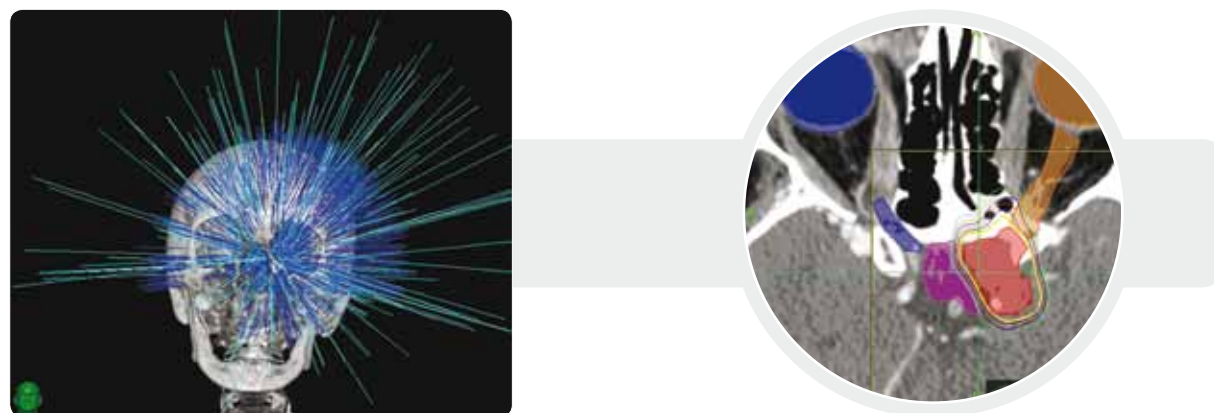
APPLICAZIONI CLINICHE

RADIOCHIRURGIA INTRACRANICA, APPARATO OTTICO, TESTA-COLLO

Il Sistema CyberKnife® utilizza una guida continua mediante immagini grazie alla quale è possibile compensare anche i più piccoli movimenti del target.

Superato il casco stereotassico, l'immobilizzazione non invasiva rende possibile il trattamento delle lesioni intracraniche, delle vie ottiche e della regione testa-collo in frazione singola o in più frazioni, con un'accuratezza sub-millimetrica ampiamente provata in letteratura.

Oltre ai tumori, il CyberKnife® trova applicazione anche nel trattamento di disturbi funzionali quali la Nevralgia del Trigemino e delle malformazioni arterovenose (MAV).

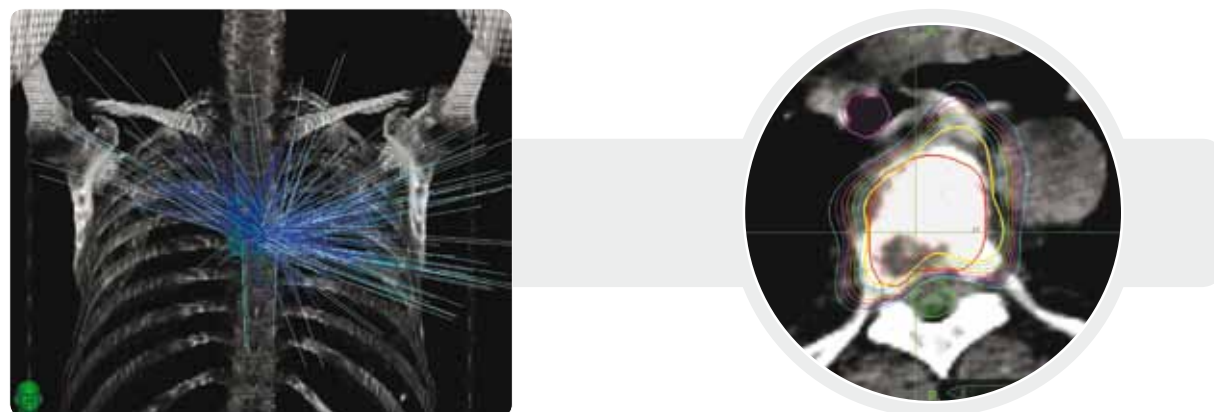


Immagini concesse da: **Barrow Neurological Institute**

RADIOCHIRURGIA SPINALE

Grazie alla possibilità di effettuare trattamenti non complanari, sia isocentrici che non isocentrici per applicazioni che vanno al di là dell'ambito cranico, il Sistema CyberKnife® è in grado di irradiare con elevata precisione e conformalità lesioni spinali e paraspinali e di controllare le dosi al midollo spinale e alle strutture critiche sensibili.

Il trattamento è del tutto non invasivo grazie al *tracking* diretto (Xsight®) sui reperi ossei delle vertebre spinali. L'accuratezza del trattamento è sub-millimetrica e coinvolge tutta la spina dorsale, dalla cervicale alla sacrale.

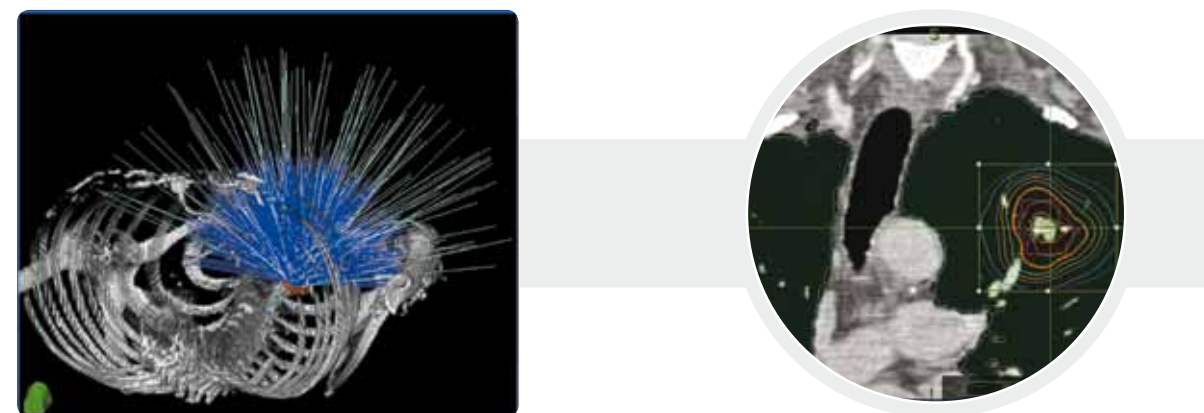


Immagini concesse da: **University of Pittsburgh Medical Center**

RADIOCHIRURGIA AL POLMONE, FEGATO, PANCREAS, TESSUTI MOLLI

Alle tradizionali tecniche di *gating* o *breath-holding*, il Sistema CyberKnife® sostituisce il *tracking* dinamico, che consente di seguire il movimento 3D della lesione durante il normale ciclo respiratorio del paziente (Synchrony®).

La precisione di *targeting* che ne deriva permette, in fase di pianificazione, di limitare i margini assegnati al target a quelli clinicamente rilevanti, decisamente inferiori rispetto a quelli convenzionalmente usati per compensare le imprecisioni del *setup* e dell'irradiazione.

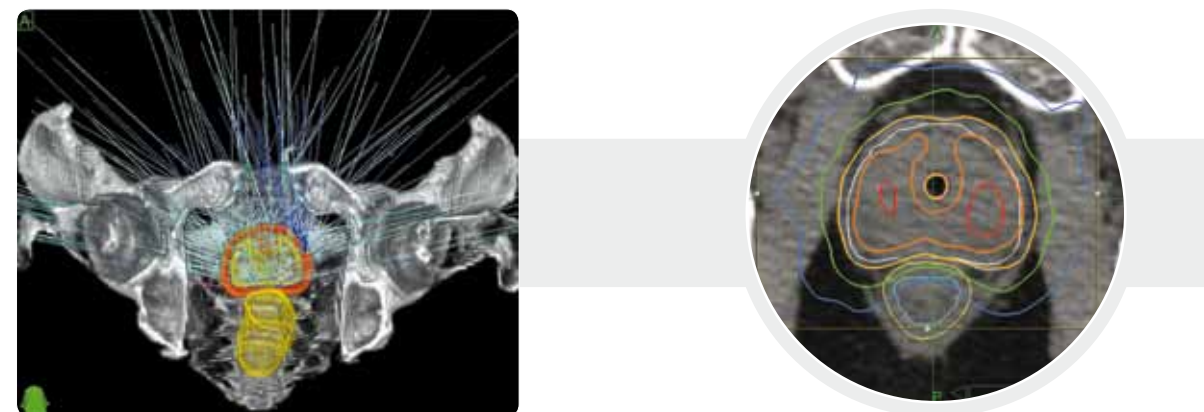


Immagini concesse da: **Georgetown University Hospital**

RADIOCHIRURGIA DELLA PROSTATA

La possibilità di scattare continuamente immagini radiografiche durante il trattamento consente di monitorare i movimenti rapidi e imprevedibili della prostata e di effettuare un irraggiamento sicuro.

Grazie a queste caratteristiche, il Sistema CyberKnife® è in grado di erogare sia distribuzioni di dose omogenee (come IMRT) sia distribuzioni eterogenee (come Brachiterapia HDR) limitando l'esposizione della parete rettale e dell'uretra.



Immagini concesse da: **San Diego CyberKnife Center**



CyberKnife®

FIRENZE

La pubblicazione delle immagini è stata concessa da Accuray™ Inc.

Centro Cyberknife® Firenze – Casa di Cura Ulivella
via del Pergolino, 4/6 – 50139 Firenze – tel. 055 4296202/204
cyberknife.firenze@giomi.com – radiochirurgia.firenze@giomi.com