

SOMMARIO

SICUREZZA

**Terapia iperbarica.
Quando e come?** 76

Luciano Villa

TECNOLOGIE

**Radioterapia.
Trend evolutivi** 86

G. Teseleanu, F. Cammarota, G. De Leo,
L. Renzulli

Recensioni 89

RICERCA APPLICATA

**Check list con penna
digitale in sala operatoria** 90

Roberto Tognella

Sentenze 94

Silvia Ceruti

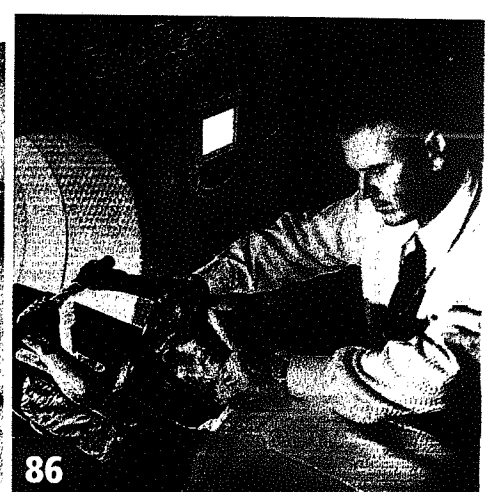
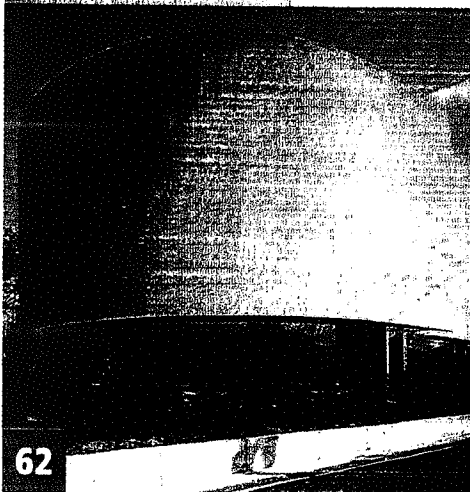
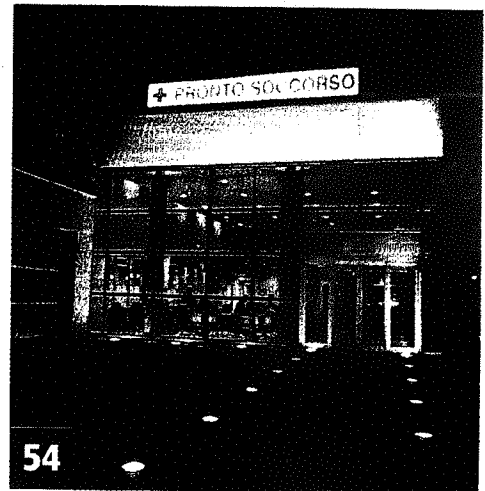
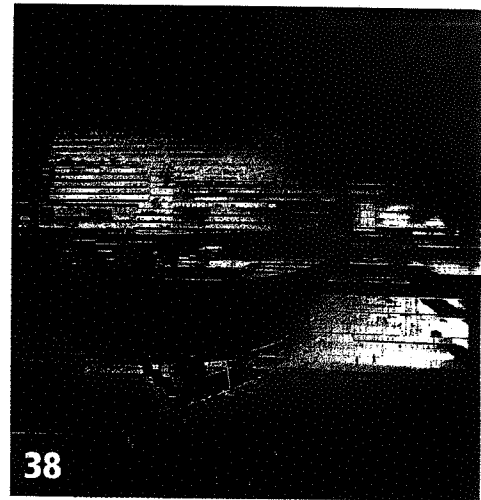
Hard&Soft 97

Giuseppe Bearzi

Prodotti 99

Andrea Silva

Vetrina 106



Radioterapia I trend evolutivi

Lo sviluppo della ricerca in fisica nucleare applicata alla sanità è in continuo divenire, con prospettive di miglioramento delle prognosi di guarigione per i pazienti

G. Teseleanu ENG

*Società italiana di tecnica ospedaliera;
presidente Concept*

F. Cammarota PHD

*Società italiana di tecnica ospedaliera;
Associazione italiana di radioterapia
oncologica (pres. P. Muto, MD)*

G. De Leo MD

Società italiana di tecnica ospedaliera

L. Renzulli MD, HC

*presidente Società italiana di tecnica
ospedaliera*

La radioterapia è l'insieme delle tecniche applicate nel trattamento di malattie mediante radiazioni ionizzanti, sfruttandone gli effetti biologici, in particolare la distruzione selettiva dei tessuti (Oms-laes, '72). I principi di fisica nucleare che consentono l'uso di queste specifiche tecniche in campo medico si sono sviluppate a partire dal '900 con gli studi e le osservazioni sperimentali di W.K. Röntgen. Nei laboratori dell'Istituto di Fisica Nucleare di Würzburg (Germania), egli realizzò nel 1895 la prima immagine diagnostica con raggi x. L'anno successivo il fisico francese H. Becquerel scoprì la radioattività naturale. Gli studi in seguito condotti su tale fenomeno da parte dei coniugi Curie ampliarono la conoscenza sulle proprietà degli elementi radioattivi. Negli anni immediatamente seguenti altri scienziati, come E. Rutherford e

J.J. Thompson, condussero ulteriori esperimenti nucleari sulla radioattività naturale e artificiale, catalogando e battezzando con le prime tre lettere dell'alfabeto greco (alfa, beta, gamma) le radiazioni misurate. Lo studio di tali fenomeni si fece poi più diffuso e sistematico con un uso sempre crescente, specie per le applicazioni mediche. In tale ambito, l'uso delle radiazioni ionizzanti risulta polivalente: oltre a un largo uso per fini diagnostici, le specifiche modalità d'interazione con il corpo umano ne rendono possibile l'impiego terapeutico, specie in oncologia.

Campi d'applicazione

Allo stato attuale, a livello mondiale per i campi d'applicazione della terapia oncologica con fasci di radiazioni ionizzanti si può definire il seguente quadro di relazione funzione/macchina.

- **Unità di cobaltoterapia:** i raggi gamma emessi da una sorgente di ^{60}Co (energia di 1,3 MeV circa) inserita in una testata schermante con ugello regolabile generano un fascio con cui si irradia il distretto anatomico sede di malattia.
- **Acceleratore lineare:** un tubo generatore di raggi x al megavoltaggio produce un fascio collimato sulle dimensioni del tumore. Parte integrante dell'acceleratore è il lettino motorizzato di trattamento, su cui il paziente è posizionato rispetto al fascio. Con l'acceleratore lineare si realizza una vasta gamma di trattamenti: trattamenti bi-dimensionali, in cui il calcolo della dose avviene a mano sulla scorta d'immagini radiografiche del distretto anatomico d'interesse e in base alle caratteristiche del fascio di trattamento; trattamenti 3D-conformazionali, in cui il calcolo avviene via software su immagini tomografiche (proiezioni assiali) del paziente e la sezione del fascio di trattamento è modellata mediante collimatore multi-lamina per meglio corrispondere all'area neoplastica; trattamenti a intensità modulata (Intensity modulated radiation therapy, Imrt), in cui il fascio primario di trattamento, oltre a essere modellato



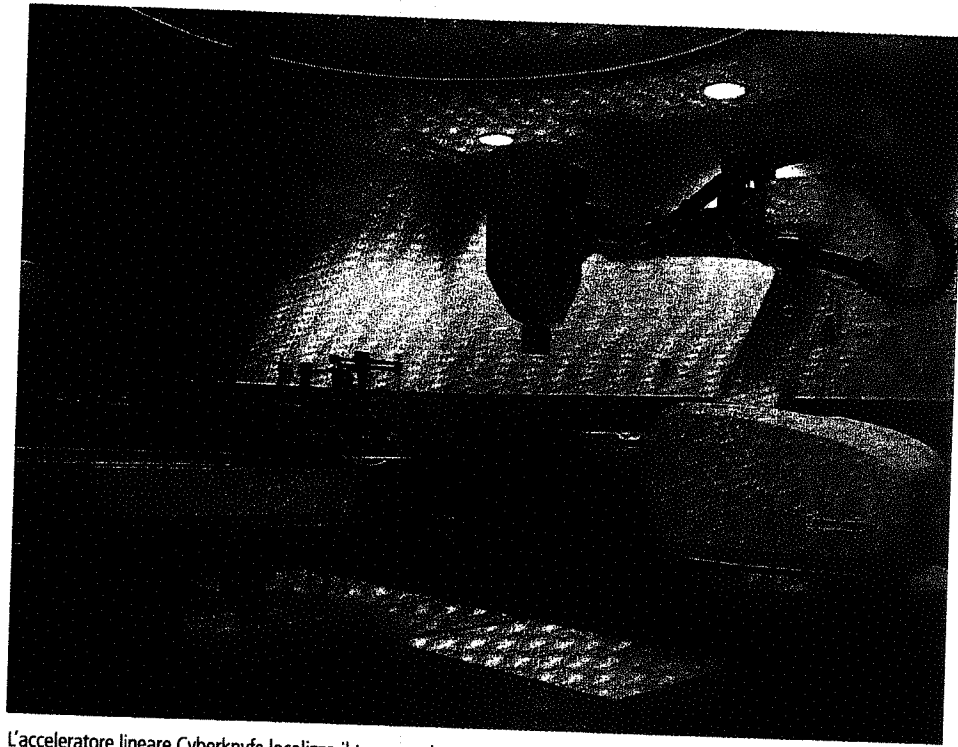
nella sua sezione, subisce una modulazione differenziale che permette un'ancor maggiore conformazione della dose al tumore, limitando quindi la tossicità per gli organi sani coinvolti nell'irradiazione.

- Con l'acceleratore lineare si possono anche realizzare trattamenti di radiochirurgia stereotassica, cioè trattamenti caratterizzati da erogazione di alte dosi di radiazioni in una singola seduta. Tali trattamenti, tipicamente tesi a curare tumori non operabili e di dimensioni molto limitate, richiedono notevole precisione e sono effettuati con fasci molto piccoli (anche 1 cm di diametro), dunque richiedono accessori aggiuntivi per l'acceleratore come collimatori conici e sistemi d'immobilizzazione dedicati. Ulteriori accessori integrabili con l'acceleratore lineare permettono d'effettuare trattamenti guidati dalle immagini (Image guided radiation therapy, Igrt). Tali sistemi forniscono immagini tridimensionali del paziente subito prima dell'erogazione della dose, confrontate in tempo reale con le immagini di pianificazione per ottimizzare la precisione del posizionamento.

- Acceleratore per radioterapia intraoperatoria: un tubo a raggi x compatto e sismovivente, posizionato in sala operatoria per irradiare il letto tumorale in concomitanza dell'evento chirurgico, con notevole salvaguardia dei tessuti sani e miglior controllo locale della malattia.

- Gammaknife: una testata contenente oltre 200 sorgenti di ^{60}Co munita di collimatori conici di diametro variabile e di caschi personalizzabili al paziente pensato per tumori cerebrali.

- Cyberknife: un acceleratore lineare compatto montato su un braccio robotico con sei gradi di libertà, capace di localizzare il tumore e seguirlo durante l'erogazione della dose nei movimenti fisiologici del paziente. Consente alti dosaggi anche su patologie molto prossime a organi sensibili, anche se particolarmente mobili (es. polmoni) con grande precisione e sicurezza.



L'acceleratore lineare Cyberknife localizza il tumore e lo segue durante l'erogazione della dose; permette alti dosaggi anche su tumori vicini a organi sensibili particolarmente mobili (es. polmoni)

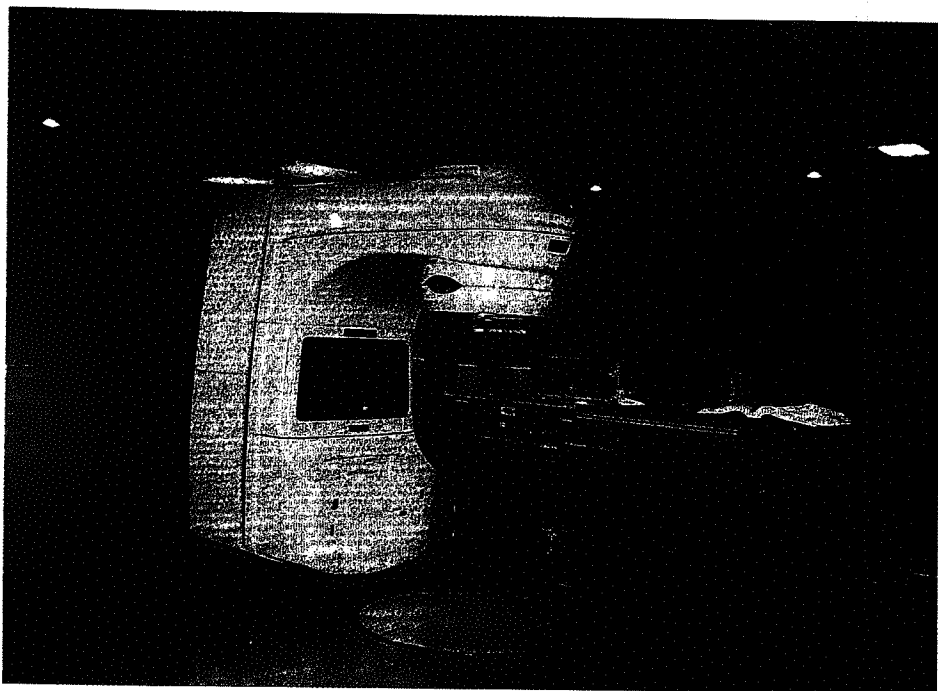
- Tomoterapia: un sistema completo e compatto per trattamenti Imrt e Igrt, strutturalmente analogo a un gantry Tac. Grazie alla disponibilità di due diversi spettri energetici, usa lo stesso tubo a raggi x rotante per acquisire l'immagine ed erogare la terapia. Ogni frazione di trattamento è fatta precedere dall'acquisizione d'immagini assiali ad alta risoluzione sulla base delle quali un algoritmo software fornisce in automatico gli spostamenti da fare per la centratura del paziente con precisione sub-millimetrica. L'erogazione della dose (modulata da un collimatore multilamellare) avviene in una geometria elicoidale generata dalla rotazione del tubo contemporanea e sincronizzata alla traslazione del lettino.

- Adroterapia: le modalità d'interazione delle particelle cariche con la materia, e dunque il rilascio della dose, sono molto diverse da quelle dei raggi x e gamma. Il "picco di Bragg" che caratterizza i profili di dose in profondità di fasci adronici, ne suggerisce un utile impiego in campo radioterapico. La complessità degli impianti per l'accelerazione degli adroni e le alte energie necessarie possono tuttavia condizionare lo sviluppo di tale tecnologia. Dal punto di vista strutturale,

un acceleratore di particelle cariche richiede ampi spazi e maggiori accorgimenti per l'aspetto protezionistico. La sala di trattamento, in cui il fascio incide sul paziente, non è però molto diverso da un bunker per radioterapia con raggi x. Analoghi sistemi di posizionamento, immobilizzazione e verifica della centratura del paziente sono infatti richiesti.

Organizzazione dell'assistenza

La particolare complessità d'installazione, gestione e uso di queste fonti di radiazioni a fini sanitari si sviluppa nel contesto e secondo gli obiettivi "Buon uso delle tecnologie sanitarie" e "Assicurare la qualità delle prestazioni" come raccomandato dall'Oms (Isbn 92 890 2034 2, '85), più volte richiamati nel quadro dei principi e metodi di tutela e protezione della salute umana nelle proiezioni al 2020. Per i Paesi dell'area dell'Ue la protezione della salute costituisce diritto fondamentale contemplato dalla Carta dei Diritti, specie per l'accesso alla prevenzione sanitaria e il beneficio di cure mediche adeguate. Secondo la definizione Oms la radioterapia è un "modulo di composizione distributiva del sistema delle cure".



Nell'acceleratore lineare un tubo generatore di raggi x al megavoltaggio produce un fascio collimato sulle dimensioni del tumore

Nel quadro degli orientamenti Oms (Euro 327/1966), la piramide dell'assistenza contempla una rete interdisciplinare a complessità modulata in cui i pazienti sono raggruppati per intensità del bisogno di prestazioni dato dal grado di malattia. Secondo gli indirizzi della conferenza di Alma Ata (1978), alla base dei sistemi sanitari nazionali v'è l'area delle cure primarie, i servizi ospedalieri assumono il ruolo e il compito fondamentale di supportare a livello specialistico l'assistenza primaria con criteri di organizzazione e gestione efficace ed efficiente (Oms, '85), dottrina pure posta in evidenza dal Comitato regionale europeo Oms nella 48a sessione ('98).

I servizi di radioterapia rientrano tra le tecnologie di trattamento sanitario strumentale i cui fattori costitutivi sono rappresentati dalla triade strutture-personale-tecnologia e gli elementi di organizzazione funzionale individuano spazi tecnici, tecnologici e di supporto secondo schemi di correlazione

riferiti ai momenti di organizzazione, funzionamento e struttura come contemplati dall'Oms ('74) in relazione alla definizione dell'ospedale dei nostri tempi ("l'ospedale è l'insieme delle attività finalizzate a definire e fissare i grandi orientamenti di periodo e a provvedervi in termini di strutture e mezzi", O. Aktouf, '89).

Le patologie tumorali sono una rilevante componente d'attenzione per la loro diffusione e l'assorbimento di risorse da destinare a monitoraggio e contrasto per contenerle. Le linee di produzione assistenziale della radioterapia sono una fondamentale modalità d'intervento e le dinamiche d'evoluzione e i risultati attesi a fini terapeutici permettono di prospettare possibilità di ulteriori progressi nella ricerca di base e applicata per queste forme d'energia a fini sanitari. Per i Paesi dell'area del Consiglio d'Europa (ma i contenuti hanno significato d'orientamento estensivo) si ricorda storicamente la risoluzione del Comitato dei ministri ("Riduzione

ne del costo delle cure mediche", n.6 del 7/3/70), che già rilevava che la miglior qualità di salute possibile determina la necessità di governo dei flussi d'investimento e spesa dei programmi d'assistenza, poiché le attese umane e sociali delle popolazioni e l'evoluzione delle scienze mediche e biologiche determinano una domanda esponenziale delle risorse occorrenti anche per gli alti livelli di sistemi delle cure (G. Teseleanu, L. Renzulli, Isbn 973-8260-37-X, 2000). Per la sua strutturazione, il comparto della radioterapia assorbe quote di risorse importanti e le politiche sanitarie dei servizi sanitari nazionali presentano tendenze di strategie di settore secondo metodi e orientamenti Oms in tema di pianificazione sanitaria (Euro 4104/1972; Euro 4107/1974) e programmazione (J. Stringer, '74) in tema di sanità e salute umana.

Conclusioni

Il trend di sviluppo della ricerca nel dominio della fisica nucleare applicata alla sanità è aperto a orizzonti di risultati in continuo divenire, con aspettative di miglioramento delle prognosi di guarigione per le patologie trattate. Come si vive la globalizzazione dei mercati, così anche il sapere nelle scienze mediche e biologiche manifesta il suo avvenire in una costante tendenza ad articolati ed estesi collegamenti in rete di continenti. Per la sanità di ogni Paese ciò significa che il mondo scientifico, attraverso la via e la voce multimediale, è proteso alla ricerca cooperata della più alta qualità possibile della vita umana (L. Renzulli, '99) oggi sulla terra, domani nel cosmo.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Bibliografia

International Conference "Scientific and technological innovations: national experience and international cooperation", Republic of Azerbaijan, Baku, 20/5/2010