

[as] intersezioni

# La fisica va dal medico.

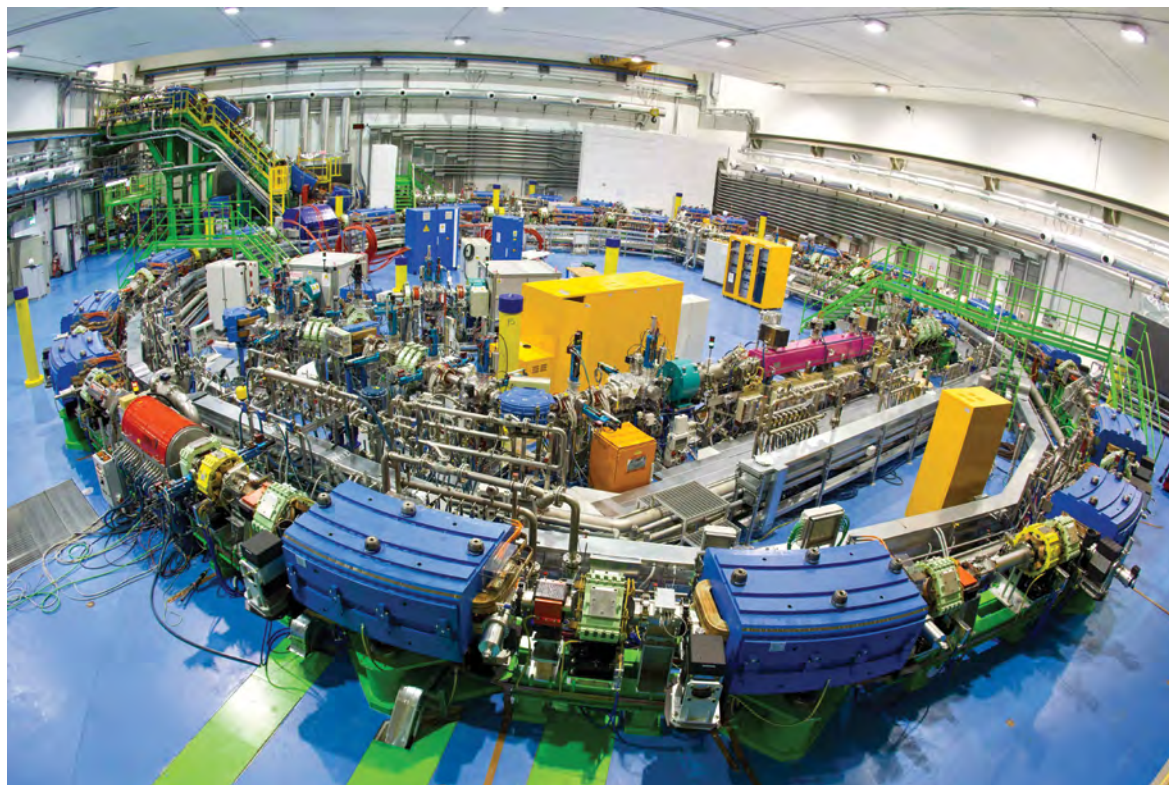
di Angelica Facoetti

*ricercatrice radiobiologa del Cnao*

Sono solo sei i centri al mondo in grado di trattare tumori complessi con protoni e/o con ioni carbonio. Il Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (Cnao) di Pavia è, tra questi, l'unico in Italia.

L'adroterapia consente di trattare con estrema precisione tumori situati vicino a organi critici, utilizzando fasci di protoni o ioni carbonio generati da un acceleratore di particelle per danneggiare il Dna delle cellule e, quindi, distruggerle. Il principio di funzionamento, dunque, è simile a quello della radioterapia, ma protoni e ioni carbonio consentono di raggiungere tumori situati in profondità e di danneggiare meno i tessuti sani circostanti. In alcuni casi l'adroterapia può rappresentare l'unica opzione terapeutica per tumori non operabili o resistenti alla radioterapia convenzionale.

Per far funzionare un centro come il Cnao è necessario unire competenze di medicina, fisica, ingegneria e biologia. Ma non si tratta solo di far funzionare le cose: il progresso scientifico e tecnologico in questo campo è il frutto di una continua collaborazione, cooperazione e condivisione tra esperti di diverse discipline. Per studiare gli effetti delle radiazioni ionizzanti sulla materia bisogna infatti unire biologia molecolare, genetica, fisiologia, citologia, patologia, ecologia, fisica nucleare, dosimetria, biofisica, biochimica, radiochimica. L'applicazione della fisica a un ambito che nulla ha a che vedere con le interazioni e le particelle elementari risale al 1895, con la scoperta dei raggi X, mediante un piccolissimo "acceleratore lineare", da parte di W. Roentgen, il quale diede inizio alla fisica applicata



**a.**  
L'acceleratore di particelle (sincrotrone) del Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (Cnao) utilizzato per il trattamento dei tumori: un anello di 80 metri con diametro di 25, collegato alle sale del centro.

b.

Vista esterna dell'edificio che ospita a Pavia il Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (Cnao).

alla medicina, una nuova era per la diagnostica medica e la cura dei tumori. In pochi mesi i raggi X cominciarono a essere utilizzati anche negli ospedali da campo militari, per radiografare i soldati feriti. Nel 1896 L. Freund ebbe l'intuizione di utilizzare i poco penetranti raggi X per curare un tumore superficiale di una bambina, che visse poi fino a settant'anni. La nascita dell'adroterapia, e quindi l'applicazione medica di acceleratori circolari, si deve a Bob Wilson, che nel 1946 sarà il primo a proporre l'uso degli acceleratori di protoni nella terapia dei tumori. L'adroterapia è oggi una forma avanzata di radioterapia, dove le nozioni acquisite in ambito radiobiologico rappresentano da sempre i punti di riferimento per ottimizzare i trattamenti radioterapici. A maggior ragione, dato il carattere innovativo di questa terapia, l'approfondimento delle conoscenze delle proprietà radiobiologiche degli adroni carichi è essenziale per valutare l'entità degli effetti biologici e sfruttare al meglio le sue potenzialità benefiche. Gli effetti biologici che vengono studiati in Cnao non si limitano alla sola sterilizzazione/ morte delle cellule tumorali, ma comprendono anche gli effetti sulle cellule e sui tessuti sani irradiati, che sono altrettanto fondamentali per garantire un'adeguata qualità di vita dei pazienti trattati. Proprio l'importanza della ricerca radiobiologica è una delle basi su cui si poggia Inspirit, un progetto finanziato nel 2019 dalla Regione Lombardia che punta allo sviluppo di approcci radioterapici innovativi. In particolare, grazie a questo finanziamento, in Cnao verrà installata una nuova sorgente radiante di ioni che verrà messa a disposizione degli utenti per attività di ricerca e consentirà di testare e disporre di ioni sempre più precisi e adeguati per un trattamento radioterapico sempre più personalizzato. Al momento, infatti, la radioterapia con particelle cariche si basa sull'uso di protoni e ioni carbonio, ma nell'ultimo decennio si è riscontrato nella comunità scientifica un forte interesse nei confronti della possibilità di ampliare lo spettro di ioni usati e i recenti progressi tecnologici permetterebbero di sfruttare al meglio le peculiarità fisiche e radiobiologiche di altre specie ioniche. La disponibilità di una sorgente in grado di produrre fasci di ioni di elio, ossigeno, ferro, litio o boro costituisce un'occasione unica per poter sfruttare i vantaggi rispetto ai fasci convenzionali di fotoni, dovuti non solo a una migliore distribuzione della dose nei tessuti ma anche alle favorevoli caratteristiche radiobiologiche che determinano un maggiore effetto *killing* sulle cellule tumorali. L'obiettivo è quello di personalizzare al massimo il trattamento per ogni paziente, così da poter scegliere in futuro anche il tipo di ione



più adatto alle caratteristiche del tumore e del paziente stesso. Oltre ad applicazioni alla ricerca clinica e radiobiologica, è noto l'interesse e il bisogno di una tale *facility* anche per le industrie (di rivelatori, di elettronica, dell'aerospazio). Un'ulteriore prova del valore internazionale dell'attività scientifica svolta dal Cnao è il fatto che il Centro sia il coordinatore del progetto Hitriplus ([www.hitriplus.eu](http://www.hitriplus.eu)), finanziato nel 2021 dall'Unione Europea. Questo progetto, della durata di 4 anni, è dedicato alle infrastrutture di ricerca in Europa, e Cnao coordinerà l'attività scientifica di 22 Istituti di 14 diversi paesi europei, con l'obiettivo di creare una rete per integrare e promuovere la ricerca biofisica e medica per il trattamento dei tumori con fasci di ioni pesanti. Inoltre, nell'ambito di questo progetto, si svilupperanno nuovi strumenti dedicati a questa tecnica innovativa ed avanzata di radioterapia al fine di migliorarne le prestazioni e di favorire in Europa la diffusione dell'adroterapia con ioni pesanti. I quattro centri clinici europei di adroterapia condivideranno per la prima volta i loro dati e le loro esperienze per studiare più a fondo gli effetti radiobiologici degli ioni, per affinare la qualità e l'efficacia dei fasci di particelle estratti dagli acceleratori, con l'obiettivo generale di perfezionare ulteriormente il loro impiego in area clinica.

**Per maggiori informazioni:** [www.cnao.it](http://www.cnao.it)