

# Scheda di approfondimento

## Il progetto di espansione del CNAO



È attualmente in fase di realizzazione un progetto di espansione del Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica di Pavia che, entro il 2024, vedrà la costruzione di un **secondo edificio**, contiguo e integrato con quello già esistente, destinato non solo all'attività terapeutica ma anche alla ricerca.

La nuova area, che si svilupperà su due piani, per un totale di circa **4.000 metri quadri**, comprenderà:

- un ulteriore **acceleratore di protoni** collegato a una nuova sala trattamento con **testata rotante (gantry)**, che permette al fascio di colpire il tumore da molteplici direzioni;
- un acceleratore compatto di particelle per la produzione di neutroni, finalizzato a una terapia sperimentale per tumori complessi, la **BNCT (Boron Neutron Capture Therapy)**;
- due sale per la BNCT, una per il trattamento e una per la ricerca;
- nuovi spazi legati all'accoglienza dei pazienti, tra cui una sala d'attesa di 250 metri quadri;
- nuovi spazi dedicati alla preparazione ai trattamenti di adroterapia;
- nuovi **laboratori** per l'attività di ricerca.

Caratterizzato da **soluzioni architettoniche eco-sostenibili** e dalla presenza di **fonti geotermiche** che permetteranno di evitare l'impiego di combustibili fossili e la produzione di fumi inquinanti, il progetto prevede anche un'area verde di 6.200 metri quadri.



# IL GANTRY E LA PROTONTERAPIA A FASCI ROTANTI

La nuova area per la protonterapia comprende un acceleratore di protoni e una sala di trattamento equipaggiata con gantry, un sistema in grado di far **ruotare i fasci di particelle attorno al paziente**. Questo consentirà di ridurre i tempi di trattamento e di ampliare le opzioni cliniche.

La testata rotante è particolarmente indicata per:

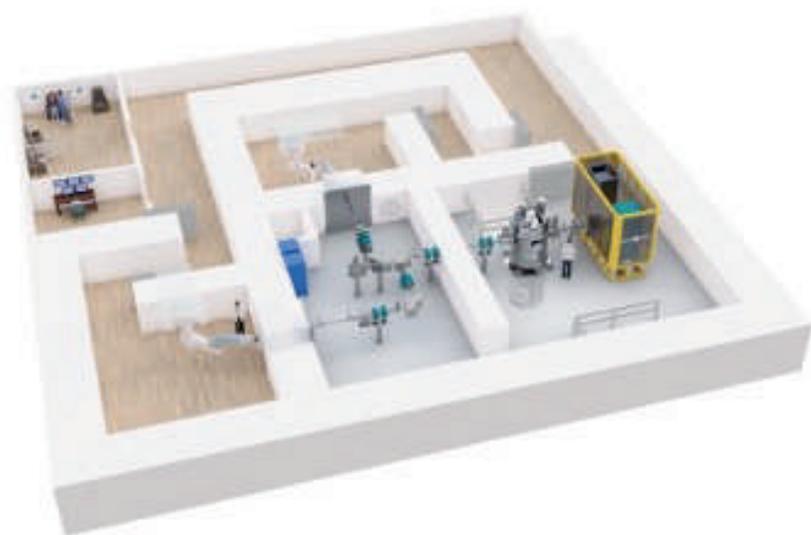
- il trattamento dei **tumori pediatrici**, perché permette di colpire la massa tumorale con precisione ancora maggiore, risparmiando i tessuti sani circostanti;
- l'irraggiamento degli **organi in movimento**, grazie alla capacità di sincronizzare l'erogazione del fascio rispetto ai movimenti del paziente, causati ad esempio dalla respirazione, con una precisione dell'ordine di una frazione di millimetro;
- il trattamento di **patologie cosiddette estese**, che richiedono un macchinario a largo campo di fascio, in grado di irraggiare superfici più ampie senza dover spostare il paziente.

**Il CNAO diventerà così l'unico centro di adroterapia al mondo** a disporre di un sincrotrone per ioni multipli (protoni e ioni carbonio), di una protonterapia con gantry e dell'innovativa metodica sperimentale BNCT.



# LA BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY (BNCT): UNA REAZIONE NUCLEARE CHE DISTRUGGE SOLO LE CELLULE TUMORALI

Al CNAO di Pavia, **per la prima volta in Italia**, sarà installato all'interno di uno spazio dedicato alla clinica e alla ricerca medica un **acceleratore** compatto di particelle **per la produzione di fasci di neutroni**. Il nuovo macchinario verrà impiegato al fine di sviluppare la BNCT (Boron Neutron Capture Therapy), radioterapia sperimentale per il trattamento di **tumori particolarmente complessi** e, potenzialmente, anche di **lesioni metastatiche**.



La BNCT si basa sull'interazione tra un fascio di neutroni a bassa energia e il Boro-10, isotopo naturale non radioattivo del Boro (un semimetallo), veicolato all'interno delle cellule tumorali grazie a una molecola, un farmaco che funge da "vettore" (il più utilizzato oggi è la Borofenilalanina-BPA). Il Boro-10 si accumula in misura significativamente maggiore nelle cellule neoplastiche, rispetto a quelle sane, per la maggiore richiesta metabolica delle prime.

Il "bombardamento" con i neutroni e la conseguente reazione nucleare che si verifica in modo localizzato e selettivo, solo in presenza dell'atomo di Boro, libera un'energia capace di distruggere le cellule tumorali. Allo stesso tempo, i tessuti sani, che hanno accumulato solo quantità limitate dell'isotopo, sono risparmiati dai potenziali danni dell'irraggiamento.

La BNCT rappresenta un'ulteriore frontiera dell'applicazione della fisica all'oncologia presso il CNAO, che già oggi è uno dei soli 6 centri al mondo in grado di utilizzare sia protoni che ioni carbonio per trattare tumori non operabili e radio-resistenti.

Per rendere questa nuova tecnica un'opzione terapeutica a disposizione dei pazienti, CNAO sta collaborando con l'**Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)**, il **Politecnico di Milano** e l'**Università di Pavia** al fine di:

- ottenere la marcatura CE dell'acceleratore per la produzione di neutroni e del sistema di somministrazione del Boro-10, che certificherà la sicurezza di questi strumenti per i pazienti;
- avviare la ricerca preclinica e clinica;
- definire i protocolli clinici di ricerca;
- misurare la qualità dei fasci e impostare i sistemi di radioprotezione;
- sviluppare nuovi composti per la somministrazione del Boro-10;
- calcolare la dose di radiazioni per gli esperimenti radiobiologici e i modelli computazionali per la simulazione del trattamento.

La BNCT ha una lunga storia, che risale alla metà degli anni Trenta, ma il suo sviluppo e la sua diffusione sono stati ostacolati in passato dalla necessità di disporre di reattori nucleari per poter generare i fasci di neutroni. Oggi, grazie ai progressi tecnologici, è possibile ottenere questi fasci con acceleratori di dimensioni più contenute, semplificando notevolmente l'impiego della tecnica dal punto di vista logistico. Negli ultimi anni la ricerca condotta a livello internazionale – soprattutto in Giappone e in Finlandia, ma anche in Cina, a Taiwan e in Argentina – ha raccolto dati iniziali di efficacia incoraggianti, per quanto riguarda il trattamento dei tumori in stadio avanzato o recidivanti del distretto testa-collo.

Una delle sfide principali per aumentare l'efficacia della BNCT è lo sviluppo di nuovi vettori più selettivi e di una migliore microdistribuzione dei farmaci già disponibili. Infatti, per aumentare la capacità di distruggere selettivamente le cellule neoplastiche risparmiando quelle sane, è necessario incrementare l'affinità con cui il vettore riconosce le prime. Questa aumentata capacità di identificare le cellule tumorali, inoltre, potrebbe facilitare il trattamento delle metastasi.

# LE NUOVE SPECIE IONICHE

Del progetto di ampliamento del CNAO fa parte anche l'installazione di **una terza sorgente di particelle**, in aggiunta alle due esistenti da cui, oggi, già si estraggono ioni carbonio e protoni. La terza sorgente, realizzata in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, permetterà di utilizzare **elio, ossigeno e ioni più pesanti**, fino al **ferro**, non solo in ambito clinico, ma anche per ricerche industriali.

Oltre al trattamento dei tumori difficili, CNAO ha nella sua mission anche la promozione della ricerca scientifica sugli adroni, sia per far evolvere ulteriormente l'adroterapia sia per studiare applicazioni in altri ambiti, come la radioprotezione degli astronauti nello spazio.

