

■ ONCOLOGIA

A Pavia i killer dei tumori si chiamano adroni

■ Nicola Miglino

La fisica dei quanti al servizio dell'oncologia. Così potremmo definire l'**adroterapia**, una forma avanzata di radioterapia per trattare tumori difficilmente operabili o resistenti alla radioterapia convenzionale. Rispetto a quest'ultima, che impiega fotoni (raggi X), l'adroterapia si avvale di particelle pesanti, i **protoni** e gli **ioni carbonio**, detti, appunto, **adroni**. In caso di protoni si parla più nello specifico di protonterapia, in caso di ioni carbonio di *carbon-ion radiotherapy* (Cirt). Su questo fronte, la struttura di riferimento in Italia è a Pavia e si chiama **Cnao** (Centro nazionale di adroterapia oncologica).

"A differenza della radioterapia tradizionale, l'adroterapia è non solo più precisa, concentrando la sua azione sul tumore e preservando i tessuti

sani circostanti, ma anche più efficace, in particolare quella con ioni carbonio, soprattutto per le forme radioresistenti", afferma **Sandro Rossi**, direttore generale Cnao.

Per colpire con efficacia il tumore, gli adroni devono subire una grandissima accelerazione tramite un acceleratore di particelle in grado di scomporre gli atomi. "Al Cnao questo processo avviene all'interno del **sincrotrone**, un anello di 80 metri e con un diametro di 25, in grado di erogare sia protoni che ioni carbonio", spiega Rossi. "Una volta accelerati, protoni e ioni carbonio sono molto più selettivi nel colpire la massa tumorale rispetto ai normali raggi X".

Come ci riescono? "All'inizio del suo tragitto attraverso il tessuto, il fascio di adroni è veloce, quindi la probabilità che interagisca con la materia è

più bassa e, di conseguenza, il fascio procura un danno minimo alla porzione di tessuto che attraversa", prosegue Rossi. "Man mano che penetra i tessuti del paziente, però, il fascio di adroni perde energia, fino al punto in cui le particelle cessano di muoversi. In questo punto, tutta l'energia residua delle particelle viene rilasciata e il **danno provocato** ai tessuti bersaglio è massimo".

L'adroterapia, e in particolare quella con ioni carbonio, ha un ulteriore asso nella manica: quando le radiazioni raggiungono la cellula, provocano una serie di rotture nei legami chimici presenti nel **Dna**. Quest'ultimo ha la proprietà di ripararsi ma, se il danno subito è molto importante, i meccanismi di riparo non sono più efficaci e la cellula muore.

► Indicazioni e trattamento

Nel box a pagina 25 sono descritte le patologie per le quali l'adroterapia è inserita nei **Lea** e, quindi, erogata dal Ssn. "Prima di iniziare il trattamento, il paziente si sottopone a **Tac e risonanza magnetica** per individuare e delimitare con precisione l'area da colpire, stabilire intensità e frequenza



Il sincrotrone, l'acceleratore che trasforma le particelle subatomiche in "proiettili" contro i tumori



Il paziente collocato sul lettino di trattamento



La sala d'attesa dei pazienti pediatrici



La maschera termoplastica personalizzata che consente precisione dell'irraggiamento e riproducibilità durante ogni singola seduta

del trattamento, definire caratteristiche e potenza del fascio di particelle, confezionare una maschera termoplastica personalizzata che consentirà precisione dell'irraggiamento e riproducibilità durante ogni singola seduta e, infine, definire per ciascun paziente la corretta posizione sul lettino", dice **Ester Orlandi**, responsabile del dipartimento clinico dello Cnao. "Ultimati visite ed esami preliminari, il paziente torna da noi per iniziare il trattamento. Dopo averlo collocato sul lettino nella posizione definita, si avvia l'irraggiamento dei tessuti che dura alcuni minuti. I tempi di un **ciclo completo** dipendono dalla scelta della particella: con ioni carbonio, quattro sedute alla settimana per un massimo di quattro settimane, con protoni cinque sedute alla settimana per sette settimane. Le radiazioni dell'adroterapia non sono dolorose. Per tutta la durata della terapia, vengono effettuate ogni tre mesi, con esami clinici e strumentali volti a valutare l'eventuale tossicità acuta o tardiva e la risposta alla terapia".

► Il progetto di espansione

Si stima che, ogni anno, in Italia circa 5 mila pazienti potrebbero trarre beneficio dalla protonterapia e mille dal-

la Cirt. Il Cnao è uno dei soli sei centri al mondo, e l'unico in Italia, nei quali è possibile effettuare sia la protontoterapia sia la Cirt. A oggi, sono stati trattati oltre 4.700 pazienti e ogni anno ne vengono curati 600 di nuovi, pazienti affetti da tumori rari e difficili. Le sfide, però, non si fermano qui. Sono, infatti, in fase di costruzione un nuovo edificio e un nuovo bunker, che ospiteranno **un altro acceleratore e un cosiddetto Gantry per protoni**. "Il macchinario consentirà di ruotare il fascio, rendendo ancora più preciso ed efficace il trattamento dei tumori in sedi difficili e dei tumori nei pazienti pediatrici", dice **Monica Necchi**, re-

sponsabile del progetto di espansione. Inoltre, Cnao ha avviato, per primo in Italia, un progetto per l'utilizzo di una terapia sperimentale, la *Boron neutron capture therapy* (Bnct). "Con la **Bnct** - prosegue Necchi - nelle cellule tumorali sarà veicolato un farmaco contenente un atomo di Boro-10. L'atomo verrà poi colpito da un fascio di neutroni che lo scinderà, generando energia. Questo processo dovrebbe portare alla distruzione selettiva delle cellule neoplastiche, dove il Boro-10 si accumula in misura maggiore, con il vantaggio di poterle raggiungere in sedi diverse, come accade nel caso delle lesioni metastatiche".

Indicazioni al trattamento con adroterapia previste nei Lea

- Cordomi e condrosarcomi della base del cranio e del rachide
 - Tumori del tronco encefalico e del midollo spinale
 - Sarcomi del distretto cervico-cefalico, paraspinali, retroperitoneali e pelvici
 - Sarcomi delle estremità resistenti alla radioterapia tradizionale (osteosarcoma, condrosarcoma)
 - Meningiomi intracranici in sedi critiche (stretta adiacenza alle vie ottiche e al tronco encefalico)
 - Tumori orbitari e periorbitari (ad esempio seni paranasali), incluso il melanoma oculare
 - Carcinoma adenoideo-cistico delle ghiandole salivari
 - Tumori solidi pediatrici (nei quali è cruciale ridurre al minimo la dose ai tessuti sani per limitare il rischio che i bambini, una volta adulti, possano sviluppare tumori secondari)
 - Tumori in pazienti affetti da sindromi genetiche e malattie del collagene associate ad un' aumentata radiosensibilità
 - Recidive che richiedono il ritrattamento in un'area già precedentemente sottoposta a radioterapia
- Lea a parte, presso il Cnao sono trattabili anche tumori di: encefalo, base cranica, midollo spinale, addome, arti e colonna vertebrale, testa/collo e prime vie respiratorie, pelvi, torace, tumori solidi pediatrici.