

**1 Sorgente di ioni**

Partendo dall'anidride carbonica si ottengono nuclei di carbonio. Nella prima fase del processo, il gas scorre in camere dove si trovano campi elettrici e magnetici. Qui gli elettroni liberi contenuti nella  $CO_2$  si caricano di energia finché la loro forza frantuma le molecole riducendole ad atomi.

**2 Acceleratore lineare**

I campi elettromagnetici fanno scorrere gli ioni di carbonio in tubi a vuoto, li riuniscono in fasci e li accelerano. Le particelle perdono gli elettroni rimanenti cedendoli a una pellicola di carbonio; a questo punto restano solo i nuclei di carbonio con carica positiva.

**3 Sincrotrone**

In un anello di 20 metri di diametro, i nuclei di carbonio sono trasportati da campi elettrici e magnetici e accelerati fino a due decimi della velocità della luce. Sfrecciano in un

secondo 3,4 milioni di volte all'interno dell'anello. Un computer controlla la velocità delle particelle: quanto più sono rapide, tanto più profondamente le radiazioni penetrano nei tessuti.



# CURARSI CON GLI ATOMI

**Tecnologia** In Germania è da poco in funzione un nuovo centro di adroterapia contro i tumori, che sfrutta un acceleratore di particelle. Quello di Trieste è invece punta di eccellenza per le diagnosi.

di LUCA SCIORTINO

**C**hissà che non possano le parole, se le immagini non sono abbastanza eloquenti. E allora al disegno in queste pagine, una sorta di plastico del Centro per la terapia con fasci di ioni di Heidelberg (Hit) inaugurato il 2 novembre scorso, vanno aggiunti alcuni dettagli. Per esempio, che è il >

**4 Bersagli precisi**

I tubi a vuoto e i magneti conducono le particelle accelerate fino alle postazioni di terapia dove i pazienti vengono trattati. Prima di essere rilasciate, le particelle passano attraverso un sistema di scansione in grado di deviarle sia in orizzontale sia in verticale.

In questo modo è possibile indirizzare precisamente il fascio contro ogni punto di un tumore.

**5 Terapia**

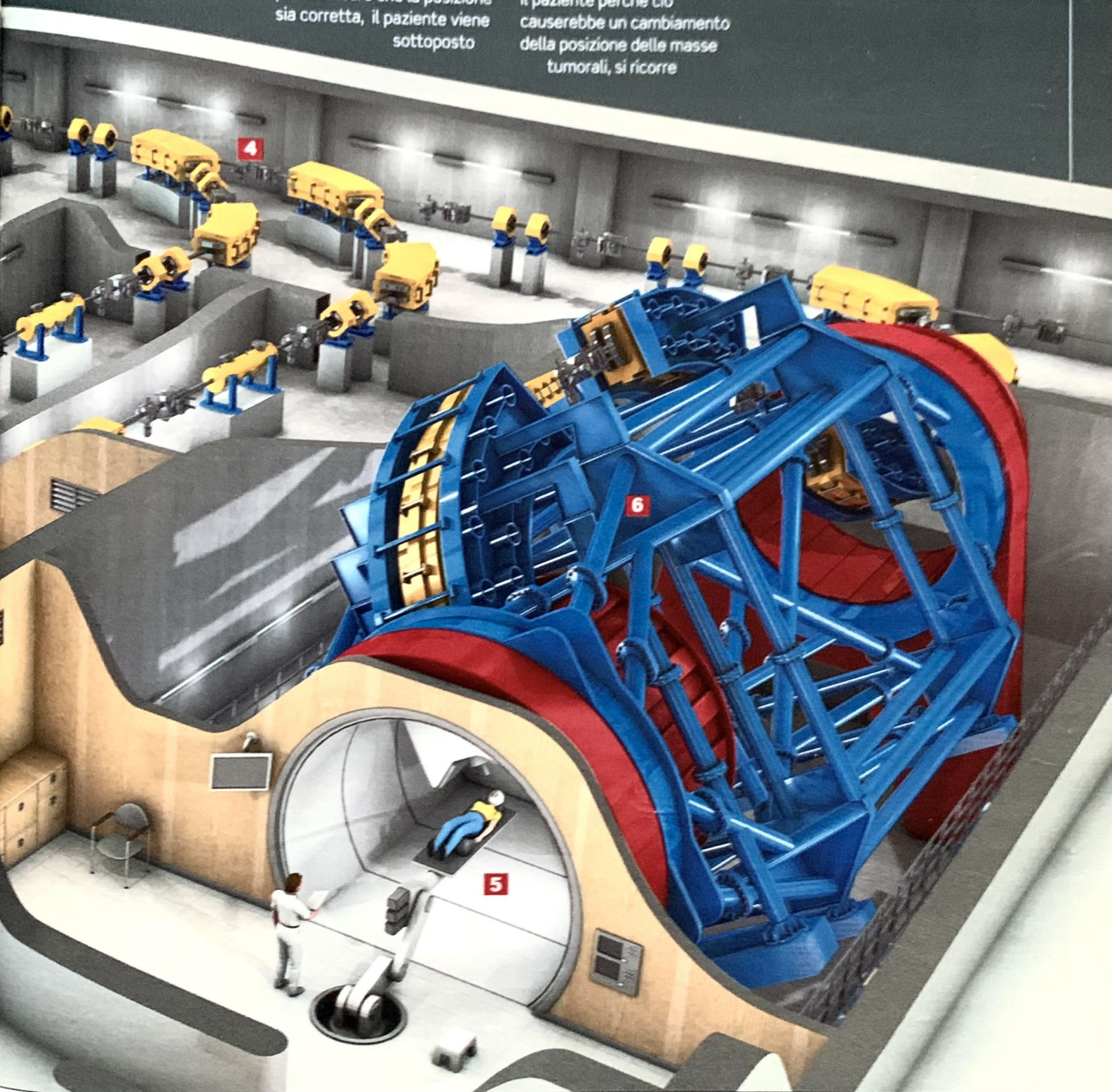
Il paziente viene assicurato a un lettino. Un braccio robotico lo sistema con precisione millimetrica. Prima dell'irraggiamento, per verificare che la posizione sia corretta, il paziente viene sottoposto

a radiografia: ossa e strutture anatomiche sono usate come punti di riferimento. Dalla sala di controllo, il medico osserva in diretta le immagini.

**6 Gigante d'acciaio**

Quando occorre irradiare il tumore da più direzioni, ma non è possibile girare il paziente perché ciò causerebbe un cambiamento della posizione delle masse tumorali, si ricorre

al gantry: un gigante d'acciaio che dirige le particelle verso il corpo del paziente da angolazioni diverse. Il gantry pesa 600 tonnellate. Il tubo e i potenti magneti guida possono essere orientati nella posizione desiderata.





> più grande centro di ricerca e cura che la Germania abbia mai costruito: il macchinario è grande come mezzo campo di calcio e alto come un edificio di tre piani. Un centinaio di fisici, medici e assistenti cureranno ogni anno 1.300 malati con vari tipi di tumore.

Accanto al centro sorge un acceleratore lineare di particelle, il sincrotrone. Atomi di idrogeno, elio o carbonio vengono prima spogliati dei loro elettroni, poi accelerati e guidati in un percorso circolare fino a toccare una velocità pari a due decimi di quella della luce. Prima che raggiunga le postazioni per la terapia, due magneti focalizzano il fascio di particelle in maniera precisa verso l'organo bersaglio del paziente, la cui posizione esatta è controllata da robot.

I malati di tumore a Heidelberg sono curati con l'adroterapia, termine che deriva da adroni, una famiglia di particelle che include protoni e neutroni; il trattamento aumenta le possibilità di guarire. Finora in tutto il mondo sono stati trattati con protoni e nuclei leggeri circa 60 mila pazienti che non potevano essere irradiati con altre tecniche senza compromettere organi critici come spina dorsale, nervo ottico, aree cerebrali. Thomas Haberer, direttore scientifico dell'Hit, stima che dal 5 al 10 per cento

## Anello magico

- Il sincrotrone di Trieste ha forma circolare. Le particelle che vengono accelerate producono luce sfruttata in molti tipi di esperimenti: dalla fisica alla biologia, alla medicina.
- La linea Syrmep (Synchrotron radiation for medical physics) ha ottenuto immagini di qualità eccezionale di tessuti molli, ossa e cartilagini.

dei malati di cancro non curabili con la radioterapia tradizionale potranno trarre benefici dal sofisticato trattamento con gli ioni pesanti.

Alla base dell'impianto di Heidelberg c'è un fenomeno fisico: le particelle (protoni o nuclei), come quelle utilizzate in questo centro, penetrano nei tessuti senza deviare molto dalla direzione di entrata, strappano via via elettroni dalle molecole che incontrano nei tessuti umani e cedono la maggior parte della loro energia soltanto negli ultimi centimetri del loro percorso. Sono quindi poco dannosi. Al contrario i raggi X cedono energia agli organi e ai tessuti attraversati, spesso danneggiandoli.

Esistono almeno sei grandi strutture in Europa con impiego di sincrotroni an-

che in campo medico. In Italia c'è quella di Trieste: si chiama Elettra ed è un anello di 260 metri in cui circolano elettroni forzati a seguire traiettorie particolari, così da rilasciare energia sotto forma di onde elettromagnetiche, dall'infrarosso ai raggi X, utilizzate in vari esperimenti. Fra le tante applicazioni, la linea Syrmep dedicata alla medicina e, in particolare, alla diagnosi dei tumori al seno.

«Stiamo studiando, attraverso test clinici, un metodo per ottenere immagini diagnostiche di alta qualità» spiega Carlo Rizzuto, presidente del laboratorio Elettra. «Lo scopo è ottenere metodi più precisi e a minor impatto per diagnosticare tumori». Aggiunge Giuliana Tromba, a capo del progetto per Elettra: «Il nostro protocollo di sperimentazione ha riguardato casi

dubbi, cioè casi che con le tecniche convenzionali di diagnosi erano incerti. Di fronte a una lesione o a un'opacità può accadere che un radiologo resti perplesso. A volte invita il paziente a tornare dopo sei mesi, a volte effettua una biopsia. Bene, utilizzando la luce di sincrotrone spesso riusciamo a risolvere la diagnosi».

Da cosa derivano questi vantaggi? «Anche le mammografie praticate negli ospedali usano i raggi X per ottenere immagini, ma nel nostro caso questi raggi hanno caratteristiche peculiari: il loro grado di coerenza spaziale è altissimo e sono concentrati su una frequenza particolare. Così otteniamo radiografie, dette a contrasto di fase, con una maggiore risoluzione. Inoltre il paziente assorbe dosi di radiazioni inferiori dal 30 al 50 per cento. Un fatto davvero significativo».

Il futuro promette bene. Il prossimo anno entrerà in funzione un centro di adroterapia a Pavia, con un contributo di 100 milioni di euro dal ministero della Salute, che potrà trattare fino a 3 mila pazienti l'anno. ●

**Il laboratorio Elettra a Trieste con il suo acceleratore di particelle.**

