

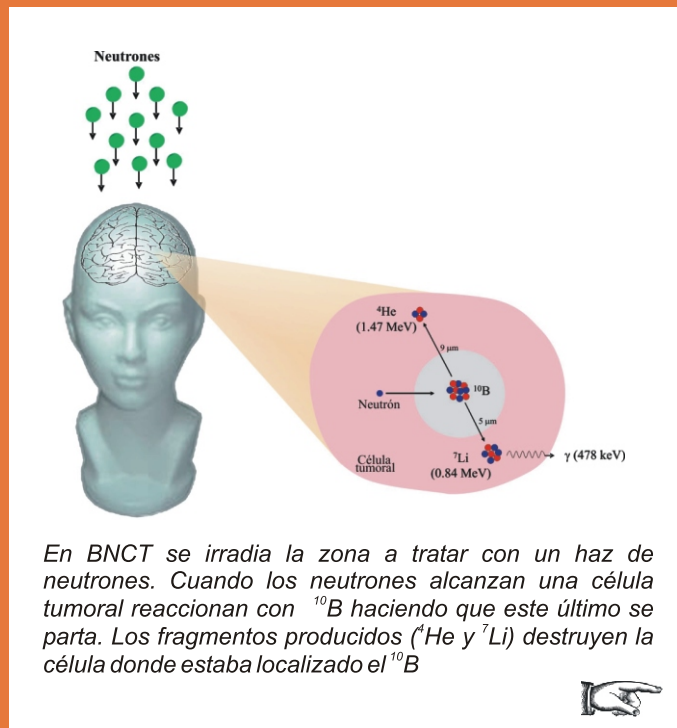
trabajos de investigación científica con líneas celulares en colaboración con radiobiólogos de la CNEA. Nuestro trabajo está en etapas de investigación, y aún faltan algunos años para que puede aplicarse el tratamiento en Argentina.

BNCT

En las terapias que mencionamos, se necesita conocer con exactitud la forma y ubicación de los tumores. Pero cuando los límites del tumor son difusos o existen células tumorales dispersas que infiltran el tejido sano, se necesitan otras alternativas. Una posibilidad de tratamiento la brinda la *Terapia por Captura Neutrónica en Boro* (BNCT por sus siglas en inglés). Este tratamiento se encuentra en etapa de investigación y tiene muy buenas perspectivas de éxito.

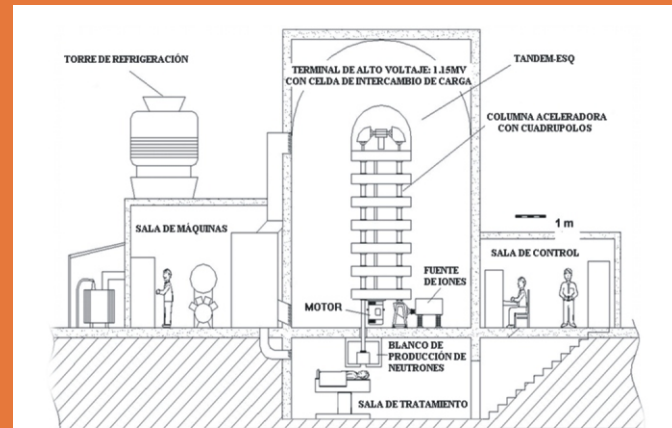
BNCT consiste en dos etapas.

En una primera etapa se suministra al paciente una droga que contiene al núcleo atómico boro-10 (^{10}B), la droga debe ser capaz de incorporarse con preferencia a las células tumorales. Luego se irradia al paciente con un haz de neutrones. Los neutrones interactúan principalmente con el ^{10}B , hacen que este se rompa y sus fragmentos que llevan mucha energía- destruyen a la célula enferma.



En la actualidad se utilizan reactores nucleares como fuentes de neutrones para los ensayos clínicos. Sin embargo, no es apropiado instalar reactores en hospitales, por lo que se necesitarían fuentes de neutrones más adecuadas. Los aceleradores de partículas pueden cumplir esta función además de brindar una mejor calidad de radiación para BNCT. Si bien estos no pueden acelerar neutrones en forma directa, sí pueden acelerar algún núcleo atómico que al colisionar contra un material especial produzca una reacción que emita neutrones.

Argentina tiene un gran potencial para desarrollar BNCT y se está trabajando en diversos aspectos. Se hacen ensayos biológicos, clínicos, se avanza en fuentes en base a reactores nucleares y se está diseñando y construyendo un prototipo de acelerador con este fin. El esfuerzo abarca, entre otras instituciones, a la Comisión Nacional de Energía Atómica, la Universidad de San Martín y el Instituto Roffo de la Universidad de Buenos Aires.



Esquema del acelerador específico para BNCT que se está construyendo en nuestro grupo. El acelerador (parte central) acelera protones que luego interactúan con un blanco especial (parte inferior) y gracias a una reacción nuclear producen neutrones. La energía y dirección de los neutrones son optimizados para BNCT y con este haz se trata al paciente.



Comisión Nacional de Energía Atómica - Sede Central Avda. del Libertador 8250 CABA - República Argentina Tel: (011) 4704-1000 www.cnea.gov.ar

Grupo: Departamento de Tecnología y Aplicaciones de Aceleradores
GAIANN
Gerencia de Investigación y Aplicaciones
Centro Atómico Constituyentes

Para más información:
Andrés J. Kreiner
kreiner@tandar.cnea.gov.ar



ANIVERSARIO
COMISION NACIONAL
DE ENERGIA ATOMICA

Cuidamos EL FUTURO

ACELERADORES EN NUEVAS FORMAS DE TERAPIA CONTRA EL CÁNCER

Somos un grupo perteneciente a la Comisión Nacional de Energía Atómica dedicado a la investigación y desarrollo en el área de la física nuclear, los aceleradores y sus múltiples aplicaciones, en particular las medioambientales y las médicas. Nuestro grupo está integrado por 30 profesionales y técnicos.

En la actualidad, estamos abocados a diferentes actividades, y una de las principales es el desarrollo – desde sus aspectos vinculados a la física- de una terapia radiante para la cura de algunos tipos de cáncer llamada “Terapia por Captura Neutrónica en Boro”. Mantenemos contacto permanente con otros departamentos de CNEA y diversas instituciones para cubrir aspectos médicos, biológicos, químicos y físicos de esta modalidad de terapia.

ACELERADORES EN NUEVAS FORMAS DE TERAPIAS CONTRA EL CÁNCER

¿QUÉ ES UN ACELERADOR DE PARTÍCULAS?

Los aceleradores son dispositivos que “disparan” partículas cargadas (como por ejemplo electrones, átomos ionizados, protones) dentro de una tubería de alto vacío (es decir, sin aire) para que viajen a grandes velocidades -en algunos casos cercanas a la velocidad de la luz- y que luego choquen (colisionen) contra otras partículas.

Cuando ocurre la colisión, la energía de movimiento de una partícula acelerada se transfiere a la partícula “blanco”, y allí pueden ocurrir diferentes fenómenos; como que las partículas en cuestión se desvíen, se fusionen y luego se dividan emitiendo fragmentos y radiación, entre otros; que luego son estudiados en muy diferentes campos. Por ejemplo en física nuclear, atómica, radiobiología, energía, y también se utilizan estos resultados para una variedad de aplicaciones tecnológicas entre las que sobresalen las médicas. En nuestro país se han utilizado aceleradores para investigación científica y aplicaciones desde el año 1953. En la actualidad se destaca el acelerador TANDAR, que opera desde el año 1985 por su actividad sostenida en investigación básica y aplicada.



Aquí podés observar la columna de aceleración del acelerador argentino de investigación TANDAR. En esta columna de casi 35 metros de altura es donde se aceleran los núcleos. La forma de acelerarlos es con una fuerza electroestática generada por tensiones que pueden alcanzar los 20 millones de voltios distribuidos a lo largo de los anillos que se ven en la foto.

Como te contábamos, las partículas que se producen dentro de los aceleradores son muy útiles en diversas aplicaciones para la salud de las personas. A continuación te contamos su papel relevante en el tratamiento de distintos tipos de cáncer.

TERAPIA RADIANTE

Algunas de las alternativas para tratar el cáncer son las terapias radiantes. Este tipo de tratamiento apunta a destruir al tejido enfermo mediante la exposición de ese tumor a alguna radiación. El éxito de estas terapias se basa en entregar la mayor energía posible al tumor de forma de destruirlo y la mínima energía a los tejidos sanos de forma de evitar complicaciones. Existen diferentes modalidades.

Una de ellas es la *terapia radiante convencional*. En este caso, los tumores malignos son irradiados con un tipo de radiación denominada *fotones* (que pueden ser rayos X o gama) que provienen desde el exterior del paciente. En general, cuando este tipo de radiación penetra en un material, los fotones interactúan con los electrones y con los núcleos de los átomos que componen dicho material, de tal modo que son absorbidos o dispersados y van desapareciendo y entregando su energía al material. Estos haces dejan una gran proporción de su energía cerca de la superficie y cada vez menos energía a lo largo del camino que recorren.

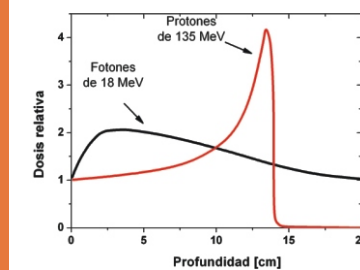
En el caso de la aplicación en salud, se apunta la radiación hacia el tumor desde distintas direcciones lo que permite que el tejido enfermo sea el que más dosis recibe. De todos modos, no se puede evitar la considerable cantidad de energía que reciben los tejidos sanos. Esta limitación hace que en muchos casos la enfermedad no pueda ser tratada en forma satisfactoria.

Las fuentes usuales para este tipo de radiación son las fuentes radioactivas de cobalto 60 y aceleradores lineales en los que electrones acelerados impactan sobre un material pesado y al frenarse pierden energía que se transforma en radiación electromagnética en forma de fotones. Los haces de fotones de ambas fuentes son colimados (se bloquean con algún material especial que tiene un orificio por el que escapa un haz) para dirigirlos al paciente.

LO NUEVO

Otro tipo de tratamiento, aún en etapa de investigación en Argentina, se denomina *hadrón-terapia*. De acuerdo al tipo de radiación que se utilice, los resultados son bien diferenciados. Así, en contraste con la utilización de fotones, si se irradia el tejido enfermo con un haz de protones el efecto es muy distinto. La forma de interactuar de estas partículas en un material hace que a medida que penetran en el mismo y mientras se mueven a gran velocidad dejan poca energía. Luego, a cierta profundidad dejan en forma abrupta el resto de su energía y se detienen por completo (ver figura más abajo).

La localización de esta profundidad puede regularse si se varía, por ejemplo, su energía. De este modo, en el tratamiento se adecuan las condiciones de irradiación de forma tal que el lugar donde los protones tienen su pico de máxima energía entregada coincide con la posición del tumor. El efecto es similar si en lugar de irradiar con protones se irradia con núcleos de carbono. Ambas partículas entran dentro de la clasificación de “hadrones”, por eso este tratamiento se denomina “hadrón-terapia”.



Acá vemos cuánta energía dejan dos tipos de radiación a medida que penetran en el tejido. Se puede observar que en el caso de los protones existe una zona muy marcada donde dejan mucha energía.

Se elige la energía de los protones de forma que esta zona coincida con la posición del tumor que se va a tratar. En el caso de los fotones no hay una zona similar tan pronunciada.

La precisión con la que se puede ubicar la zona del pico de los protones hace que se puedan tratar tumores en una zona tan pequeña y sensible como ciertas partes del ojo sin afectar la visión o tumores en las inmediaciones de la médula espinal sin afectar a ese tejido tan delicado. Con esta nueva modalidad de cáncer terapia se han hecho -a nivel internacional- más de 70000 tratamientos con resultados sorprendentes. Existen hoy en el mundo 34 centros de tratamiento en operación, 16 en construcción y otros 6 planeados. En este tema hemos incursionado a través de la habilitación de una línea de irradiación en el acelerador TANDAR, en la cual se han llevado adelante

