

## DOSIMETRÍA PARA HADRONTERAPIA: ESTUDIO DEL FRENAMIENTO DE PARTÍCULAS CARGADAS EN TEJIDO BIOLÓGICO

**Código:** ING372

**Tipo de Investigación:** Aplicada

**Carrera que se vincula:** Licenciatura y Doctorado en Física

**Período:** 2012 - 2015

**Director:** Galassi, Mariel Elisa

**E-mail:** galassi@fceia.unr.edu.ar

**Integrantes:** Monti, Juan Manuel; Rivarola, Roberto Daniel

### Objetivos

Actualmente, el estudio de la dosimetría de iones pesados es de principal interés. Esta técnica de radioterapia, por el alto grado de localización de la zona a irradiar, permite entregar dosis mucho más altas en comparación con radioterapia convencional. Errores cometidos en el cálculo de dosis son entonces cruciales. El objetivo principal del presente proyecto es el de estudiar los parámetros físicos que intervienen en la dosimetría, intentando avanzar en el conocimiento de los procesos que toman lugar a lo largo de la traza del ion, lo que redundará en la reducción los errores cometidos en cálculo de dosis (se estima que estos pueden alcanzar valores superiores a lo recomendado por protocolos internacionales).

Objetivos específicos

Estudio teórico de los procesos físicos que se enumeran a continuación

- Ionización simple y múltiple de blancos moleculares por impacto de iones
- Captura simple y doble desde moléculas por impacto de iones y procesos de transferencia de carga con ionización (TI)
- Proceso de pérdida de electrones de iones vestidos por impacto sobre blancos atómicos y moleculares

Estas secciones eficaces serán utilizadas en el abordaje de los siguientes ítems:

- Cálculo de poderes de frenamiento, TLE, valores  $w$  y  $W$  y dosis depositada por iones sobre gases y líquidos de interés biológico
- Microdosimetría para hadronterapia: Estudio de la radiólisis del agua en la región del pico de Bragg.
- Estudio de efectos directos de la radiación ionizante sobre material genético (ADN y ARN celular)  
Se prevé la realización de experimentos para la determinación de dosis y otros parámetros de interés en el Centro Nacional de Hadronterapia Oncológica (Pavía, Italia)

### Resumen Técnico

La radioterapia en la cual se utilizan hadrones (partículas formadas por quarks) como haces ionizantes recibe el nombre de hadronterapia. Las principales características de este tipo de haces son: gran precisión balística y alta eficiencia en provocar daño biológico irreparable.

La dosimetría de hadrones se basa en la determinación de dosis absorbida en profundidad en agua por cámaras de ionización (IAEA TRS398, 2000). Dichas cámaras contienen aire y un electrómetro que mide porcentaje de ionización de dicho gas en las distintas posiciones que toma la cámara en profundidad en agua. Estos valores deben luego ser multiplicados por factores que dependen de la presión, temperatura y de otros parámetros físicos, para obtener dosis en agua (principal componente del tejido vivo). Tanto la calibración de los equipos como el subsiguiente cálculo de dosis a ser suministrada al paciente dependen de estos valores. Errores en esta conversión de porcentaje de ionización en aire a dosis en agua se verán traducidos luego en errores cometidos en la planificación de tratamientos (protocolos recomiendan errores menores al 5%).

Los parámetros físicos de mayor relevancia son los poderes de frenamiento en agua ( $sw$ ) y en aire ( $sair$ ), y la energía requerida para formar un par iónico (factores  $W$  y  $w$ ). Resultados experimentales y modelos teóricos existentes para el caso de poderes de frenamiento son abundantes (ICRU Report 49 y 73), sin embargo se requieren modelos teóricos que aporten mayor precisión (Lühr et al. 2011). Para el caso de factores  $W$ , los valores experimentales son muy escasos o con errores considerables (IAEA TECDOC 799, 1995). Para estudiar dichos

parámetros se requiere un conocimiento profundo de los procesos físicos que toman lugar cuando la partícula penetra en el medio biológico.

En el presente plan de trabajo se aplicarán modelos teóricos de onda distorsionada para estudiar los principales procesos de deposición de energía de radiación ionizante: ionización, excitación electrónica y transferencia de carga (Galassi et al, 2000, 2007, 2011). Se utilizarán diferentes representaciones de los blancos moleculares y se analizará su influencia. Estos valores serán utilizados para el cálculo ab-initio de poderes de frenamiento, valores  $W$  y  $w$ , y transferencia lineal de energía (LET). Utilizando códigos Monte Carlo se estudiarán trazas de iones de diferentes estados de carga, y se calculará la dosis física.

La planificación de tratamientos requiere también el conocimiento de la eficacia biológica relativa (EBR) de la radiación, factor que permite relacionar los efectos de la radioterapia convencional (fotones y electrones) con los de la hadronterapia. Dicho factor depende de forma compleja de la microdosimetría como así también de parámetros fisicoquímicos y biológicos. Se prevé avanzar en este campo a través de la modelización del depósito de energía a escala micrométrica, teniendo en cuenta los efectos directos sobre ADN y ARN celular (Galassi et al, 2011).

**Disciplinas:** Física Médica

**Especialidad:** Radioterapia

**Palabras Clave:** dosimetría - hadronterapia - iones - códigos Monte Carlo