

TESI DI LAUREA

FOTOPRODUZIONE DI NEUTRONI DA ACCELERATORI LINEARI
PER TRATTAMENTI DI BNCT: STUDIO DI FATTIBILITÀ

Relatore:Dott.ssa Alba Zanini

Candidato: Oscar Borla

24 Settembre 2004

L'incidenza sulla popolazione di patologie tumorali è un fenomeno purtroppo in continua crescita. Pertanto, la comunità scientifica è impegnata nello studio di nuove tecniche altamente selettive per la cura del cancro finalizzate ad intervenire esclusivamente sulle cellule neoplastiche salvaguardando quelle sane. Attualmente la più promettente e selettiva terapia è la BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) la cui originalità consiste nella applicazione di due procedure la cui combinazione risulta potenzialmente dannosa per il tumore. Nella prima fase il tumore viene arricchito di ^{10}B mediante la somministrazione di un composto borato(carrier), ad esempio la borofenilalanina. Tutte le cellule, infatti, utilizzano questo aminoacido per i normali processi metabolici, ma quelle tumorali necessitano di un quantitativo superiore, poiché la loro replicazione richiede molta energia. Per questo motivo la concentrazione di borofenilalanina nelle cellule neoplastiche risulta più cospicua rispetto a quella che si raggiunge nei tessuti sani. Nella seconda fase il tumore viene esposto ad un intenso campo di neutroni termici o epitermici. I prodotti di reazione generati dall'interazione dei neutroni con gli atomi del Boro, una particella α e un nucleo di ^7Li , rilasciano tutta la loro energia entro un raggio di pochi μm dal punto in cui sono stati creati, ossia praticamente all'interno della cellula in cui avviene la reazione o in quella immediatamente adiacente. La dose di radiazione è, dunque, rilasciata solo durante l'irraggiamento neutronico dell'organo, dato che i prodotti di reazione non sono radioattivi; in questo modo il resto del corpo del paziente viene "protetto" da eventuali dosi indesiderate.

Al momento le strutture adibite a trattamenti di BNCT sono limitate e le uniche sorgenti neutroniche disponibili sono reattori di ricerca. L'esigenza di avere un continuo monitoraggio dello stato di salute del paziente impone lo studio di

sorgenti alternative, predisposte per essere ospitate in normali strutture ospedaliere, in modo da soddisfare le principali richieste mediche.

In questo elaborato è stato esaminato uno studio preliminare sulla possibilità di utilizzare come sorgente di neutroni la fotoproduzione ottenuta mediante acceleratori lineari, LINAC, ad alte energie normalmente utilizzati nei reparti di radioterapia per il trattamento di tumori con fasci γ . Si intende sfruttare la reazione (γ, n) su elementi ad alto Z che per risonanza gigante di dipolo emettono neutroni di energia compresa fra 1 MeV e 3 MeV. Per tali materiali la barriera di Coulomb inibisce fortemente l'emissione di particelle cariche, quindi la produzione neutronica risulta decisamente prevalente. Si è, perciò, progettato un blocco produttore-moderatore che dopo un'accurata analisi delle sezioni d'urto ha visto l'utilizzo di elementi come il tungsteno per la produzione e composti idrogenati come acqua pesante e polietilene, e grafite per la moderazione.

Per quanto riguarda l'ottimizzazione della geometria lo studio preliminare ha messo in evidenza che la produzione di neutroni dipende fortemente dall'estensione della superficie su cui incide il fascio gamma. Infatti, il rateo di neutroni incrementa di oltre un ordine di grandezza passando da una geometria semplice (configurazione 1) a una più complessa (configurazione 4). Si è visto, inoltre, come la combinazione di una struttura modellata sul produttore di neutroni e l'utilizzo di materiali come acqua pesante e grafite possa ridurre in modo considerevole la componente veloce del flusso. Sembra anche prevedibile l'uso di un fascio misto (termico ed epitermico) che presenta il vantaggio di poter essere impiegato per trattamenti in profondità sfruttando la termalizzazione dovuta al tessuto attraversato. È opportuno sottolineare che i risultati ottenuti riguardano uno studio preliminare e si prevede che nel corso dell'esperimento INFN **PhoNeS (PhotoNeutronSource)**, previsto per il 2005, possano essere sostanzialmente migliorati. Per gli studi successivi si prevede un'analisi mirata a selezionare le regioni di massima produzione neutronica all'interno del blocco produttore e mediante una struttura moderante modellata sulla produzione verrà ottimizzato il compromesso fra produzione e moderazione. Una tale sorgente permetterebbe di abbinare i vantaggi della BNCT con quelli delle terapie tradizionali e la possibilità di frazionamento della dose e l'utilizzo di fasci incrociati andrebbero a preservare ulteriormente il tessuto sano. Inoltre, la versatilità di questa sorgente permetterebbe soluzioni "personalizzate" al singolo caso che garantirebbero una maggiore efficacia.