Generatore di Neutroni Compatto per la Radioterapia Intraoperatoria con Neutroni

Il primo prototipo di Generatore di Neutroni Compatto (GNC) concepito per la radioterapia neutronica intraoperatoria (*neutron* IntraOperative RadioTherapy - nIORT®) è stato recentemente installato presso il Centro di Ricerche ENEA del Brasimone, grazie ad un accordo di collaborazione fra ENEA e l'azienda «Theranosti Centre srl» e al progetto LINC-ER "Laboratorio per la caratterizzazione di generatori di neutroni compatti in Emilia Romagna" finanziato dalla regione Emilia-Romagna.
Il Generatore di Neutroni Compatto è stato progettato per il trattamento dei tumori solidi di stadio avanzato in regime intraoperatorio e questo sviluppo tecnologico è stato possibile grazie all'evoluzione della fisica dei generatori di neutroni compatti.

"Neutroni: Il futuro della Radioterapia Intraoperatoria"

Laboratorio	TRACCIABILITÀ
Area di specializzazione	Salute e Benessere
Referenti	Giuseppe Ottaviano , Antonietta Rizzo
Keyword	Neutroni, Terapia intraoperatoria, Radioterapia, Tumori

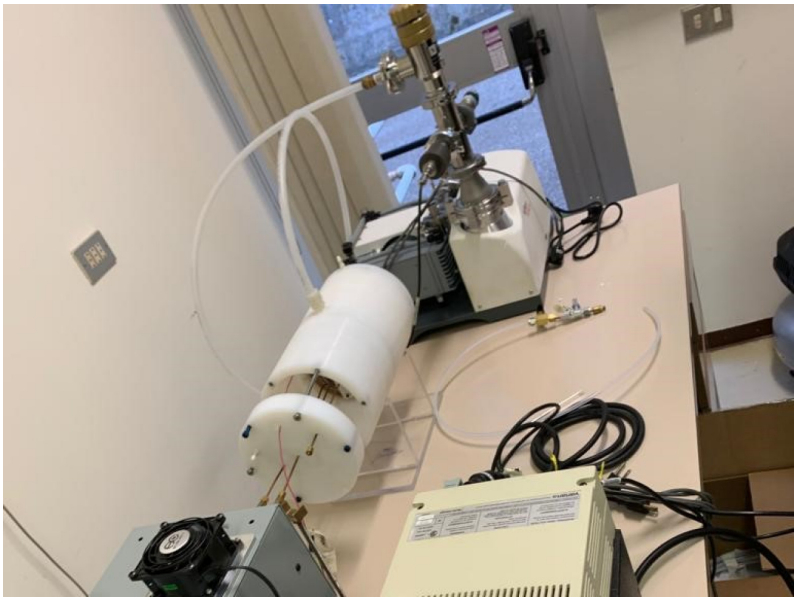

Fig. 1: Prototipo di Generatore di Neutroni Compatto per Radioterapia Intraoperatoria

Fig. 2: Immagine della camera del plasma con plasma-idrogeno attivato

Descrizione

Il Generatore di Neutroni Compatto (GNC) è un nuovo tipo di macchina radiogena atta a generare un intenso campo di radiazione, erogabile a cavità chirurgica aperta (Radioterapia Intraoperatoria), basata sull'impiego di particelle prive di carica elettrica (neutroni) a differenza delle attuali tecnologie che utilizzano raggi-X o particelle cariche quali elettroni e protoni.
Il GNC è un dispositivo mobile, leggero, auto-schermato, di forma cilindrica (circa 35 cm di lunghezza x 18 cm di diametro e del peso complessivo inferiore a 120 kg) che può dunque essere posto su un braccio robotico orientabile, allo scopo di irradiare il tessuto tumorale esposto in seguito a intervento chirurgico in sala operatoria.
Il primo prototipo del GNC, costruito dall'azienda «Berkion Technology LLC» (CA - Stati Uniti) sulla base delle linee guida indicate da «Theranosti Centre srl» (Italia) e dei calcoli di simulazione numerica eseguiti da ENEA, è attualmente sottoposto a test elettromeccanici di accensione del plasma, senza accelerazione di particelle e a simulazioni Monte Carlo dei campi di radiazione e delle schermature, al fine di ottenere le autorizzazioni necessarie al suo esercizio. Ottenute le autorizzazioni necessarie, il GNC sarà definitivamente installato in un bunker dedicato presso il Centro di Ricerche ENEA del Brasimone e sarà possibile l'accelerazione di particelle, per eseguire i test elettromeccanici finali e la sperimentazione fisica e chimico-biologica.

Aspetti innovativi

Il Generatore di Neutroni Compatto, coperto da brevetto, è stato concepito «ad hoc» per la radioterapia intraoperatoria; pertanto, non si tratta di un adattamento di altri generatori di neutroni dedicati ad altri scopi.

Questa radioterapia, del tipo «one-shot», è denominata «Radioterapia Intraoperatoria con neutroni (nIORT®)». Tale sistema richiede una esposizione non superiore ai 10 minuti in base alla gravità del tumore solido da trattare e non necessita di lunghi cicli di radioterapia esterna post-operatoria.

Queste conclusioni sono basate su lunghe e dettagliate simulazioni, modelli e descrizioni dei processi biologici, radiologici e medici.

Applicazioni

Il Generatore di Neutroni Compatto è in grado di generare una specifica irradiazione dei tessuti tumorali e dei loro margini, esposti durante l'intervento chirurgico, con una efficienza superiore a quella di tutte le altre forme di radioterapia usate oggi, grazie alla maggiore efficacia radiobiologica relativa (RBE) dei neutroni rispetto a quella dei fotoni-X o delle particelle cariche.

Ciò si traduce in una maggiore efficacia nel trattare tumori solidi in stadio non-precoce e, non meno importante, nel sterilizzare il letto tumorale.

Fig. 3: Fantoccio di Alderson per radioterapia (ART – ELSE Solutions S.r.l.)

Esempio di applicazione

Trattamento, in regime intraoperatorio, di tumori solidi in stadio non-precoce e sterilizzazione del letto tumorale.

Il prodotto è il primo prototipo al mondo di Generatore di Neutroni Compatto longitudinale, in fase di caratterizzazione sperimentale.

Partner coinvolti	ENEA, Theranosti Centre srl, Regione Emilia Romagna (Italia)
Tempi di realizzazione	2 anni
Livello di maturità tecnologica	TRL 4 - tecnologia validata in laboratorio
Valorizzazione applicazione	GNC è stato brevettato in: - Italia (n. 8102018000002327, 18 marzo 2020); - Germania (n. 60 2019 000 576.8, 5 novembre 2020); - Inghilterra (n. 7754252, 6 novembre 2020). E depositato come brevetto internazionale (PCT/IT2021/000032) nel luglio 2021 con il titolo MULTI PURPOSE COMPACT APPARATUS FOR THE GENERATION OF A HIGH-FLUX OF NEUTRONS, PARTICULARLY FOR INTRAOPERATIVE RADIOTHERAPY

TRACCIABILITÀ

Laboratorio ENEA per la TRACCIABILITA' di ALIMENTI e SICUREZZA dell'ARIA

Le attività del Laboratorio Tracciabilità, che afferisce funzionalmente al Dipartimento Nucleare di ENEA, derivano dalla tradizione di ricerca sperimentale in ambito nucleare che viene in questo caso applicata in modo assolutamente innovativo ai temi della qualità e sicurezza ambientale ed alimentare, focalizzandosi sulla rilevazione di elementi ed isotopi in traccia. In parallelo, queste competenze vengono ulteriormente valorizzate ed applicate in un ambito più ampio come la mitigazione dei rischi chimici, biologici, radiologici e nucleari (rischio CBRN), la verifica dei trattati di non proliferazione nucleare di disarmo, la tracciabilità analitica nel settore alimentare e biobased.
Le tecniche a cui il laboratorio fa riferimento sono la spettrometria di massa, le spettrometrie radiometriche, la spettroscopia laser e Raman. Il Laboratorio Tracciabilità gestisce due aree sperimentali sul territorio regionale: presso il Centro di Bologna (spettrometria beta, analisi elementare, analisi isotopiche del carbonio) e presso il centro del Brasimone (spettrometria di massa e radioecologia).
Settori di riferimento: industria agro-alimentare, sicurezza chimica e nucleare, radioecologia.

Sito web	http://www.tracciabilita.enea.it
Direttore	Antonietta Rizzo
Data pubblicazione	03/05/2023