



UNIUNEA EUROPEANĂ



Prof.dr. Vasile Chiș
Facultatea de Fizică
Universitatea Babeș-Bolyai
Practică pentru o dezvoltare durabilă – POCU 130631

Informații generale despre radioterapie^{1,2}

1. Motivație

Necesitatea acestui material rezultă din faptul că studenții anului II specializarea Fizică medicală nu au cunoștințe fundamentale de radioterapie deoarece planurile de învățământ pentru semestrele I, II și III nu conțin discipline de acest tip. Cum perioada de practică este prevăzută pentru semestrul III și aceasta se desfășoară cu predilecție în clinici private sau publice de radioterapie, studenții trebuie să posede cunoștințe minime pentru efectuarea cu succes a stagiilor de practică.

În acest sens, materialul pregătit va fi transmis studenților înainte de începerea stagiilor de practică. Materialul cuprinde noțiuni elementare legate de radioterapie, radiații ionizante, acceleratori pentru radioterapie, noțiuni elementare de dozimetrie și despre elaborarea planurilor de tratament radioterapeutic.

2. Noțiuni de bază

Radioterapia reprezintă totalitatea tehnicilor de terapie care folosesc radiații ionizante pentru controlul sau distrugerea celulelor maligne (a tumorilor canceroase).

Radiațiile ionizante sunt acele radiații care au suficientă energie astfel încât să poată ioniza atomi și sunt de cinci tipuri: radiații α , radiații β (electroni și pozitroni), radiații γ , radiații X și neutroni. Pe de altă parte, **radiațiile ne-ionizante**, ca de exemplu microundele, undele radio sau radiația vizibilă, au energie mai mică și nu sunt capabile să producă ionizarea atomilor.

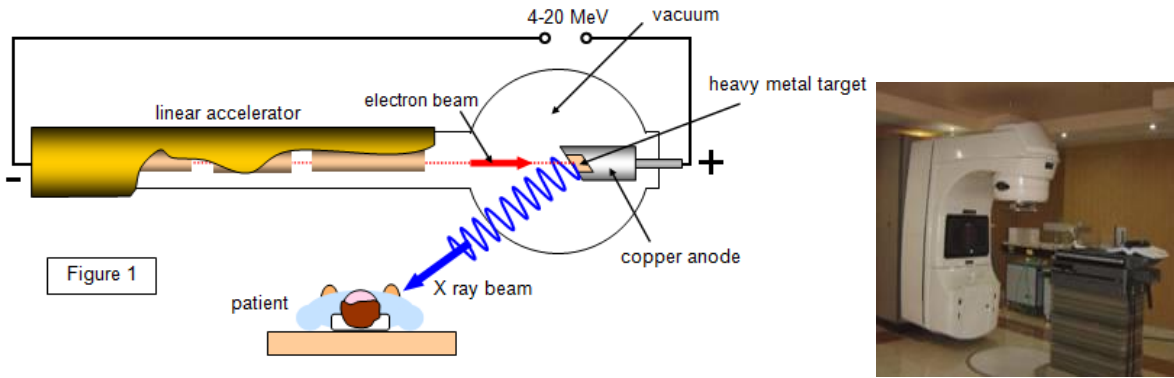


Sursele de radiații ionizante sunt de două mari tipuri: materiale radioactive și echipamente generatoare de radiații. Materialele radioactive pot fi produse în mod natural sau pot fi produse în acceleratoare (vezi figura de mai jos) sau în reactoare nucleare.

¹ Hyun Do Huh, Seonghoon Kim, History of Radiation Therapy Technology, Progress in Medical Physics 31(3), September 2020, <https://doi.org/10.14316/pmp.2020.31.3.124>

² <https://amethyst-radiotherapy.ro/informatii-generale-despre-radioterapie/>





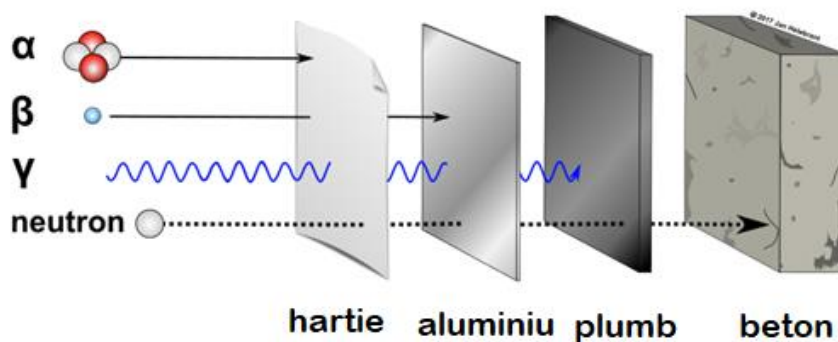
Schema de principiu a unui accelerator liniar folosit pentru radioterapie

În radioterapie, acceleratoarele liniare sunt folosite pentru:

- accelerarea electronilor la energii mari pentru producerea de raze X ca urmare a interacțiunii dintre electronii accelerați și un anod format dintr-un metal greu (de exemplu Tungsten) și direcționarea fascicolului de raze X asupra tumorii
- accelerarea protonilor și direcționarea fascicolului de protoni accelerați asupra tumorii care urmează a fi distrusă

Puterea de **penetrare a radiațiilor ionizante** (vezi figura de mai jos³) depinde de tipul acestora. Astfel, radiațiile α pot fi stopate de o foaie de hârtie, radiațiile β^+ și β^- pot fi stopate de o folie de aluminiu, radiațiile γ sunt stopate de un scut de plumb, iar neutronii pot fi stopați de un strat semnificativ de gros de beton.

Puterea de penetrare a diferitelor tipuri de radiații



Puterea de penetrare a diferitelor tipuri de radiații ionizante

Copul uman poate fi **expus la radiații ionizante** în două moduri:

³ <https://www.osha.gov/ionizing-radiation/background>



UNIUNEA EUROPEANĂ



1. expunere la radiații externe provenite de la o sursă de radiații din afara corpului, de la un echipament generator de radiații
2. expunere la radiații interne provenite de la o sursă internă de material radioactiv introdusă în interiorul corpului prin inhalare, înghițire sau implantare.

Interacțiunea dintre radiațiile ionizante și corpul uman poate duce la distrugerea celulelor, iar prin radioterapie se urmărește distrugerea celulelor cancerigene.

3. Noțiuni de bază de dozimetria radiațiilor⁴

Dozimetria reprezintă domeniul legat de determinarea dozelor de radiații (prin măsurători, calcule sau mixt). **Doza absorbită** reprezintă cantitatea de energie a radiațiilor încasată și depozitată într-un țesut împărțită la masa țesutului. Doza absorbită este un factor extrem de important și acesta influențează răspunsul tumorilor la tratament dar are efect și a supra-răspunsului restului corpului la acțiunea radiațiilor.

Cerințele generale de securitate radiologică în scopul asigurării protecției sănătății persoanelor care fac obiectul expunerilor profesionale, medicale și publice, sunt prevăzute de către legislația în vigoare⁵.

Dozimetria radiațiilor este efectuată de către fizicienii medicali din unitățile de radioterapie, în colaborare cu medicul radioterapeut și/sau cu tehnicianul de medicină nucleară. Medicul terapeut folosește măsurătorile dozimetrice pentru a determina un tratament corespunzător pentru fiecare pacient. În acest fel, dozimetria radiațiilor asigură ca fiecare pacient să primească un tratament, personalizat, sigur și eficient. Determinarea cu acuratețe a energiei depozitate într-o anumită zonă din corpul pacientului este absolut necesară pentru un tratament sigur și eficient⁶.

Definițiile, unitățile de măsură și relațiile între cantitățile dozimetrice sunt sistematizate în lucrarea Wazir Muhammad, Amjad Hussain, and Muhammad Maqbool, Basic Concepts in Radiation Dosimetry, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61540-02>.

Normele de securitate radiologică în practica de radioterapie au fost aprobate prin Ordinul CNCAN nr. 94 /14.04.2004⁷.

⁴ <http://www.cncan.ro/assets/NSR/nsr06.pdf>

⁵ [NORMA 13/06/2018 - Portal Legislativ \(just.ro\)](http://www.just.ro)

⁶ Wazir Muhammad, Amjad Hussain, and Muhammad Maqbool, Basic Concepts in Radiation Dosimetry, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61540-02>

⁷ <http://www.cncan.ro/assets/NSR/nsr-12-ordin-cncan-94-2004.pdf>





UNIUNEA EUROPEANĂ



4. Scurt istoric al radioterapiei

Folosirea radiațiilor X în diagnosticul și tratamentul tumorilor își are originea în experimentul efectuat de către Wilhelm Conrad Roentgen în 1896 prin care a pus în evidență existența radiațiilor X. Imediat după aceasta au fost concepute sisteme pentru a folosi razele X pentru diagnostic – prin imagistică de raze X, iar trei ani mai târziu radiațiile X au început să fie utilizate pentru tratamentul cancerelor.

Cu trecerea timpului, progresele apărute în fizica radiațiilor și tehnologiei informatice în ultima parte a secolului 20 au făcut posibilă orientarea foarte precisă a fasciculelor de radiații. Astfel a apărut Radioterapia conformațională (CRT) care folosește imagini CT și computere speciale pentru a cartografia foarte precis, în 3 dimensiuni, localizarea unei tumori canceroase. În plus, fasciculele de radiații sunt adaptate la forma tumorii și țintite spre aceasta din mai multe direcții. În plus față de tehnica CRT, în radioterapia cu intensitate modulată (IMRT) poate fi ajustată intensitatea fasciculelor de radiații. Acest lucru oferă mai mult control asupra posibilității de reducere a cantității de radiație ce ajunge la țesuturile sănătoase și la organele la risc, aflate în imediata vecinătate a tumorii țintă, furnizând în același timp o doză mare de radiații celulelor cancerigene.

Utilizarea pe scară largă a radioterapiei a început încă din anul 1960 și aceasta s-a datorat disponibilității tot mai mari a acceleratoarelor liniare comerciale și a altor echipamente.

În anii următori, domeniul radioterapiei avea să cunoască mai multe revoluții tehnologice. Începând cu sfârșitul anilor 1980, utilizarea tomografiei computerizate (CT-ul) pentru planificarea tratamentului a devenit ceva obișnuit, iar această soluție a permis dezvoltarea radioterapiei conformaționale tridimensionale (3D-CRT). 3D-CRT îmbunătățește foarte mult calitatea și efectul radioterapiei prin reducerea dozei administrate țesuturilor sănătoase înconjurătoare.

Următoarea dezvoltare tehnologică majoră cunoscută sub numele de radioterapie cu intensitate modulată (IMRT) reprezintă, fără îndoială, cea mai importantă revoluție în domeniului oncologiei cu radiații. Spre deosebire de abordările convenționale, IMRT conformează doza prescrisă la zona țintită în 3 dimensiuni, reducând astfel volumul de țesuturi sănătoase care primesc doze mari radiații și riscul de apariție a eventualelor efecte secundare.

Deși inițial era disponibilă doar pentru un număr limitat de centre academice, tehnologia IMRT a fost adoptată rapid de comunitatea de radioterapie în ultimii ani. Un studiu efectuat în 2005 a arătat că aproape 75% din medicii radioterapeuți din Statele Unite tratează pacienții utilizând IMRT. Acest lucru a fost cu atât mai remarcabil cu cât la sondajul din 2003 s-a constatat că mai





UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020

puțin de o treime dintre radioterapeuți foloseau tehnica IMRT. O introducere detaliată în tehnica IMRT este prezentată în lucrarea⁸ C. Elith et al./Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences 42 (2011) 37-43.

Există date care arată că cca. 40% din cancerele tratate sunt eliminate datorită radioterapiei ca singură tehnică sau în combinație cu alte metode. Rata de recurență a cancerelor este de asemenea mult redusă (înjumătățită) dacă pe lângă tratamentul chirurgical se aplică și tratament radioterapeutic.

⁸ <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2010.11.005>

