

Streszczenie

Choroby nowotworowe to jedna z głównych przyczyn zgonów w dzisiejszych czasach. Obecnie jako terapie stosuje się głównie chirurgię, chemioterapie i radioterapie. Na dzień dzisiejszy radioterapie stosuje się jako leczenie w około 50% przypadków zachorowań na nowotwory [1]. Polega ona na depozycji energii w objętości guza, co ze względu na charakter oddziaływania promieniowania z materia wiąże się narażeniem zdrowych tkanek na napromienienie. Szeroki rozwój radioterapii opiera się na osiągnięciu jak największej konformalności rozkładów dawek, przez stosowanie mechanicznych modulatorów wiązki, technik łukowych, brachyterapii, wiązek jonów itp. Niestety mimo wielkiego postępu w dziedzinie radioterapii, w dalszym ciągu nie jest to idealne rozwiązanie terapeutyczne. Głównym czynnikiem wpływającym na oczekiwane uszkodzenia DNA są rodniki (głównie te które powstają w wyniku radiolizy wody). Powodują one około 70% uszkodzeń struktury DNA, pozostałe 30% to efekt oddziaływania z wybitymi elektronami lub bezpośredniej defragmentacji DNA [2, 3]. Ilość powstałych rodników jest związana z ilością zdeponowanej energii w danej komórce, która definiuje (dla konkretnego typu promieniowania) współczynnik LET (Linear Energy Transfer, czyli energia zdeponowana na jednostkę odległości, zazwyczaj podawany w $\frac{keV}{\mu m}$). Największa ilość depozycji energii na jednostkę odległości wykazują czastki α , następnie protony, elektrony, fotony [4]. Niestety wysoka wartość LET wiąże się z małym zasięgiem cząstek, co ogranicza możliwości ich zastosowania. W celu rozwiązania tego problemu stosuje się brachyterapię, która polega na umieszczeniu źródeł promieniotwórczych w bezpośrednim sąsiedztwie guza. Jest to zabieg inwazyjny (zazwyczaj) co wiąże się z problematycznością wykonania takiej terapii. Dobrym rozwiązaniem wydaje się terapia ciężkimi jonami, która ze względu na charakterystyczny pik Braga, pozwala zdeponować większość energii w małej objętości. Jednak sprawdza się to w niewielu przypadkach (głównie dla niewielkich dobrze zlokalizowanych zmian), ponieważ aby napromienić większe zmiany należy nałożyć na siebie kilka pików Braga, co powoduje zwiększenie dawki zdeponowanej w zdrowych tkankach. Jak widać w dziedzinie radioterapii w dalszym ciągu brakuje idealnego rozwiązania, dlatego bardzo istotne jest wspomaganie istniejących już rozwiązań w celu ograniczenia ich skutków ubocznych.

Zasadniczą częścią badań są symulacje prowadzone metodą Monte Carlo. Uwzględniają one trzy zasadnicze elementy: wiązkę terapeutyczną wysokoenergetycznych protonów, fantom wodny i nanostrukturę reprezentującą fragment guza nowotworowego (prostokąt wypełniony wodą). Planowana nanostruktura jest wycinkiem fantomu wodnego i została umieszczona w osi wiązki na głębokości odpowiadającej objętości tarczowej. Rozkłady energii protonów wiązki jak również ich rozkład przestrzenny [5] został wygenerowany za pomocą metody akceptacji i odrzucenia Von Neumana, podstawowego sposobu realizacji metody Monte Carlo. Symulowane nanostruktury zostały umieszczone równomiernie w obszarze tarczowym wypełniając jego przestrzeń. Symulacje zostały podzielone na kombinacje energii wiązki oraz steżenia nanocząstek w obszarze tarczowym

Literatura

- [1] textitEvidence-based estimates of the demand for radiotherapy. Delaney GP, Barton MB Clin Oncol (R Coll Radiol). 2015 Feb; 27(2):70-6.
- [2] textitDNA double strand break repair: a radiation perspective. Kavanagh JN, Redmond KM, Schettino G, Prise KM Antioxid Redox Signal. 2013 Jun 20; 18(18):2458-72.
- [3] textitComputational approach for determining the spectrum of DNA damage induced by ionizing radiation. Nikjoo H, O'Neill P, Wilson WE, Goodhead DT Radiat Res. 2001 Nov; 156(5 Pt 2):577-83.
- [4] <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/linear-energy-transfer>.
url<https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/linear-energy-transfer> textitDo-
step:01.07.2019r.
- [5] textitKhlebtsov N, Dykman L. Biodistribution and toxicity of engineered gold nanoparticles. Chem Soc Rev. 2011.