

Zvýšená biologická účinnost protonového ozařování buněk v přítomnosti boru pravděpodobně není způsobena sekundárními neutrony

pátek 12. listopadu 2021 13:45 (15 minut)

V borové neutronové záchytové terapii se používají borové sloučeniny, které se selektivně hromadí v nádorech. Pro tuto metodu se používají sloučeniny, které jsou oproti přírodnímu boru (20 % B-10 a 80 % B-11) vysoce obohacené o izotop B-10. Záchyt neutronů na boru B-10 produkuje jednu alfa částici a Li-7, obojí s vysokou ionizační hustotou a krátkým dosahem, což vede k vysoké biologické účinnosti v úzce vymezené oblasti.

Podobná reakce protonů s přírodně dominantním izotopem boru B-11 vede ke vzniku dokonce tří alfa částic. Její účinný průřez výrazně roste s klesající energií protonů a je nejvyšší v oblasti Braggova píku. Tato reakce by mohla nalézt uplatnění jako tzv. proton-borová fúzní terapie (PBFT). Alfa částice produkované v oblasti Braggova píku by násobily výhody ostrého dávkového rozložení v protonové radioterapii. Tato hustě ionizující komponenta by případně mohla pomoci překonat radiorezistenci hypoxických nádorů. V roce 2018 byly publikovány radiobiologické experimenty, které potvrdily vliv přírodního boru na buněčné přežití v rošířeném Braggově píku protonového svazku. Zjištěné nižší přežití se připsalo reakci B-11 s nízkoenergetickými protony. Toto tvrzení rozpoutalo vášnivé diskuze mezi protonovými radiobiology. Znamé účinné průřezy reakce protonů s B-11 a Monte Carlo simulace totiž ukazují, že tato reakce vede jen k nepatrnému navýšení dávky a neměla by mít tedy vliv na přežití buněk.

V naší práci jsme v Protonovém centru Praha za použití glioblastomové buněčné linie U87 ověřili, že kombinace přírodního boru s nízkoenergetickým protonovým svazkem snižuje buněčné přežití. Jelikož by toto nemělo být způsobeno reakcí protonů a B-11, tak další hypotézou je, že to může být reakcí neutronů vzniklých při protonové terapii s B-10, který je přítomný v přírodním boru. K testování hypotézy, jsme ozářili buňky na LINACu v Thomayerově nemocnici v Praze fotonovými svazky se dvěma energiemi 6 MV a 18 MV, a to za použití jak přírodního boru, tak obohaceného B-10. Zatímco 6 MV svazky nemají dostatečnou energii pro tvorbu neutronů, 18 MV fotony produkují neutrony v podobném množství a se srovnatelnými energetickými spektry jako použité protonové svazky. Na fotonových svazcích se žádný vliv boru na přežití buněk neprojevil. Provedené experimenty tak ukazují, že zvýšená biologická účinnost protonového ozařování buněk v přítomnosti boru pravděpodobně není způsobena sekundárními neutrony.

Přihlásit do soutěže

Ne

Hlavní autoři: JELINEK MICHAELIDESOVA, Anna (ÚJF AV ČR, v.v.i., FJFI ČVUT v Praze); ZAHRADNÍČEK, Oldřich (ÚJF AV ČR, v.v.i.); PACHNEROVÁ BRABCOVÁ, Kateřina (ÚJF AV ČR, v.v.i.); DANILOVA, Irina (ÚJF AV ČR, v.v.i.); VACHELOVÁ, Jana (ÚJF AV ČR, v.v.i.); VILIMOVSKÝ, Jan (Proton Therapy Center Czech); KUNDRÁT, Pavel (ÚJF AV ČR, v.v.i.); DAVID, Mirek (Thomayerova nemocnice); VONDRÁČEK, Vladimír (Proton Therapy Center Czech); DAVÍDKOVÁ, Marie (ÚJF AV ČR, v.v.i.)

Přednášející: JELINEK MICHAELIDESOVA, Anna (ÚJF AV ČR, v.v.i., FJFI ČVUT v Praze)

Zařazení sekce: Biologické účinky a zdravotní hlediska

Tematická klasifikace: Biologické účinky a zdravotní hlediska