

NEYTRON VA NEYTRON TUTIB OLIISH TERAPIYASINING UMUMIY JIHLTLARI

¹*Qurbonov Anvar Razzoqovich, ²Xoshimova Soxiba Janzakovna,*

²*Qurbanova Barno Qurbon qizi*

¹*Fizika va uni o`qitish metodikasi kafedrasida dots v.b.PhD, ²2-bosqich magistrilari*

Jizzax Davlat pedagogika universiteti, Jizzax sh., O`zbekiston

e-mail: anvar.fizik@mail.ru

Annotatsiya. Radiatsiya terapiyasi bu nurlanish manbasining samarali energiyasiga bog'liq holda turli kasalliklarni davolashda keng qo'llaniladi. Jumladan, saratonni davolash uchun saraton hujayralarini neytron, elektron va foton nurlari bilan bombardimon qilinadi. Neytron tutib olish terapiyasida bor neytronni tutib olish terapiyasi ya'ni, asosan ¹⁰B yadrosi qo'llaniladi.

Kalit so'zlar: neytron nurlari, saraton hujayralari, DNK molekulasida, ¹⁰B yadrosi, issiq neytronlar, alfa zarra, neytron generator

Аннотация. Лучевая терапия широко применяется при лечении различных заболеваний в зависимости от эффективной энергии этого источника излучения. Например, для лечения рака раковые клетки бомбардируют пучками нейтронов, электронов и фотонов. В нейтронозахватной терапии есть бор нейтронозахватная терапия, в основном используется сердечник ¹⁰B.

Ключевые слова: нейтронные пучки, раковых клетках, молекул ДНК, ядро ¹⁰B, тепловых нейтронов, альфа-частиц, нейтронные генератор

Abstract. Radiation therapy is widely used in the treatment of various diseases, depending on the effective energy of this radiation source. For example, to treat cancer, cancer cells are bombarded with beams of neutrons, electrons, and photons. In neutron capture therapy, there is boron neutron capture therapy, mainly using ¹⁰B core.

Key words: neutron beams, cancer cells, DNA molecules, nucleus ¹⁰B, thermal neutrons, alpha particles, neutron generator

Radiatsiya terapiyasi bu nurlanish manbasining samarali energiyasiga bog'liq saraton hujayralarini ikki yo'l bilan o'ldiradi. Zarrachalar to'qima joyidan o'tganda ajralib chiqadigan energiya miqdori chiziqli energiya uzatish deb ataladi. X-nurlari va elektronlar past chiziqli energiya uzatish nurlanishini hosil qiladi [1].

Saratonni davolash uchun odatdagi radiatsiya terapiyasida saraton hujayralarini bombardimon qilish uchun elektron yoki foton nurlaridan foydalanadi. Past chiziqli energiya uzatish nurlanishi hujayralarga asosan aktiv kislorod turlarining ya'ni. erkin radikallar shakllanishi tufayli zarar etkazadi [4]. Erkin radikallar saraton hujayralaridagi DNKga zarar etkazadi va ularni ideal tarzda o'ldiradi. Har bir olingan doza, hujayralar hayot aylanish jarayonida bo'lgan

joyga qarab, maqsadli hujayralarning bir qismini o'ldiradi. Shunday qilib, shifokorlar vaqt o'tishi bilan kasslillar eng zaif bo'lgan paytlarda ko'proq saraton hujayralarini yo'qotish uchun bir nechta dozani berishadi [2].

Rentgen nurlaridan olingan elektronlar yuqori energiyaga va past chiziqli energiya uzatishga ega bo'lganligi sababli, hujayra bilan o'zaro ta'sirlashganda odatda bir nechta ionlanishlar sodir bo'ladi. Ehtimol, past chiziqli energiya uzatish nurlanishi DNKning faqat bitta zanjirida uzilishlarga olib keladi. DNK molekulalaridagi bitta zanjirli uzilishlar osongina tuzatilishi mumkin va shuning uchun nishon hujayraga ta'siri o'limga olib kelishi shart emas. Bundan tashqari, xavfli o'smalar past kislorod darajasiga ega va shuning uchun past chiziqli energiya uzatish nurlanishiga chidamli bo'lishi mumkin [3].

Neytronlar yuqori chiziqli energiya uzatish nurlanishidir va zarar asosan yadroviy o'zaro ta'sirlardan kelib chiqadi. Neytron nurlari ancha kuchli bo'ladi. Ular an'anaviy radiatsiya terapiyasiga qaraganda maqsadli to'qimalarda taxminan 20-100 baravar ko'proq energiya to'playdi [5-11].

Neytron nurlanishi natijasida hosil bo'lgan yuqori chiziqli energiya uzatish zaryadlangan zarrachalar hujayradan o'tayotganda ko'plab ionlanishlarga olib keladi va shuning uchun DNK molekulasining ikki zanjirli uzilishi hosil qilishi mumkin. Ikki zanjirli uzilishlar natijasida DNK ichidagi hujayralarning tiklanishi ancha qiyin va tezda hamma hujayralarning o'limiga olib keladi. Bu hujayralarning neytron nurlaridan shikastlanishi ularning tiklashini qiyinlashtiradi va yashashini qiyinlashtiradi [12-14].

Tez neytronlar juda katta o'smalarni nazorat qila oladi, chunki va past chiziqli energiya uzatish nurlanishidan farqli o'laroq, neytronlar saraton hujayralarini o'ldirish uchun kislorod mavjudligiga bog'liq emas. Bundan tashqari, neytronlarning biologik samaradorligi saraton hujayralarining hayot siklining bosqichi yoki vaqtiga bog'liq emas va bu past chiziqli energiya uzatish nurlanishidagi bo'lgani kabi yuz beradi [15,16].

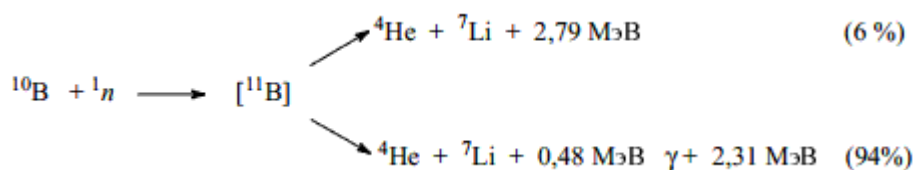
Neytronlarning biologik samaradorligi yuqori bo'lgani uchun saraton hujayralarini o'ldirish uchun zarur bo'lgan o'simta dozasi fotonlar, elektronlar yoki protonlar uchun zarur bo'lgan dozaning taxminan uchdan bir qismini tashkil qiladi. Neytron terapiyasining to'liq kursi 10-12 muolajani tashkil qiladi va bu 30-40 muolaja olgan past chiziqli energiya uzatish nurlanishi bilan soilishtirilsa bo'ladi. Neytron nurlari hujayralar uchun juda halokatli bo'lganligi sababli, saraton shishlari yaqinidagi sog'lom to'qimalariga ta'sir qilish xavfi katta bo'ladi. Shuningdek neytron terapiyasida neytron nurlari ko'proq sochilish xususiyatiga ega bo'lganligi sababli, neytron terapiyasi uskunalari nurni to'g'ri fokuslash va yo'naltirish hamda atrofdagi to'qimalarni blokirovka qilish uchun mo'ljallangan ko'plab mexanizmlarni o'z ichiga oladi [9,11].

Neytron terapiyasi radiorezistent o'smalari (bosh va bo'yin o'smalari, yumshoq to'qimalar sarkomasi, miya shishlarining ayrim shakllari va boshqalar) bilan og'rigan bemorlarni davolashning istiqbolli usuli hisoblanadi.

Neytron terapiyasi uchun yadro reaktorlari va neytron generatorlarining terapevtik kanallari qo'llaniladi. Tez neytronlar bilan terapiya uchun yuqori oqim siklotronlari qo'llaniladi (oqim toki 15 - 60 mkA, proton energiyasi 42 - 66 MeV). Neytron terapiyasining bir turi neytronni tutib olish terapiyasidir [13].

Yaqin vaqtgacha, neytron tutib olish terapiyasida bor neytronni tutib olish terapiyasi ya'ni, asosan ^{10}B yadrosi qo'llanilgan, u issiq neytronni tutib olish katta kesimiga ega (3838 barn). Ushbu usulda inson qoniga farmatsevtik preparat - masalan borfenilalanin, bor o'z ichiga olgan eritma kiritiladi. Borfenilalaninni qo'llash natijasida saraton hujayralarida bor konsentratsiyasi sog'lom hujayralarga qaraganda 3-4 baravar yuqori bo'ladi [3].

Vazifa kasal va sog'lom hujayralardagi ^{10}B konsentratsiyasidagi farqni 8-10 martagacha ta'minlashga qodir dori yaratishdir. Preparat, bundan tashqari, saraton o'simtani teshish orqali nuqta yo'nalishi bo'yicha etkazilishi mumkin. Saraton hujayralarida bor ^{10}B sog'lom hujayralarga qaraganda yuqori konsentratsiyalarda to'planadi. Neytron nurlanishi natijasida qo'zg'atilgan holatdagi $^{11*}\text{B}$ yadrosi hosil bo'ladi va u tezda (10-sekundda) ^7Li va alfaga zarralarga parchalanadi (5-rasmga qarang). Hosil bo'lgan $^4\text{He}^{2+}$ va $^7\text{Li}^{3+}$ ionlari tezda sekinlashadi (ularning to'qimadagi harkatlanish yo'li mos ravishda ~ 7 va ~ 5 mkm). Hujayra o'lchami ~ 10 mkm bo'lganligi sababli, reaksiya energiyasining $\sim 80\%$ neytronni so'rib olgan bor yadrosi bo'lgan hujayrada chiqariladi.



1 rasm. $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ - reaksiya sxemasi.

Hosil bo'lgan $^4\text{He}^{2+}$ va $^7\text{Li}^{3+}$ ionlari tezda sekinlashadi (ularning to'qimadagi harkatlanish yo'li mos ravishda ~ 7 va ~ 5 mkm). Hujayra o'lchami ~ 10 mkm bo'lganligi sababli, reaksiya energiyasining $\sim 80\%$ neytronni so'rib olgan bor yadrosi bo'lgan hujayrada chiqariladi.

Issiq neytronlardan foydalanish (energiyasi < 5 keV) ularning kuchsiz kirib borish bilan cheklanadi, bu ularni chuqurligi < 2 sm bo'lgan o'smalarni davolashda qo'llash imkonini beradi. Katta chuqurlikdagi (3-6 sm) o'smalarni davolash uchun epiissiq neytronlar deb ataladigan bir oz yuqori energiyaga ega neytronlardan foydalanish kerak.

Neytron tutib olish terapiyasi ham reaktorlardan, ham tezlatgichlardan foydalanadi. Neytronlar ^7Be reaksiyasi natijasida litiy nishonida ishlab chiqariladi. Optimal ish rejimi 1,915 MeV proton energiyasida (reaksiya chegarasidan 34 keV yuqori) amalga oshiriladi. Bunday holda, o'rtacha energiyasi 30 keV bo'lgan yaxshi kolimatsiyalangan to'g'ridan-to'g'ri neytron nurlari hosil bo'ladi.

Gadoliniy (^{155}Gd - 60900 barn, ^{157}Gd - 255000 barn) izotoplari ^{10}B bilan solishtirganda sezilarli darajada kattaroq neytronni tutib olish kesimiga ega. Biroq, uni neytron tutib olish terapiyasida qo'llash uchun, xususan, gadoliniyning kimyoviy toksikligi va uni o'simta ichida saqlash zarurati bilan bog'liq muammolarni hal qilish kerak.

Xulosa qilib aytganda, neytron terapiyasi va neytron tutib olish terapiyasi asosan saraton kasaliklarini davolashda keng qo'llaniladi. Neytron tutib olish terapiyasida asosan ^{10}B yadrosi qo'llaniladi. Bor ^{10}B ning issiq neytronni tutib olish katta kesimiga ega (3838 barn) bo'lganligi sababli bor neytronni tutib olish terapiyasi paydo bo'ldi. Terapiya $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ -reaksiyasi orqali amalga oshiriladi. Bor yadrosi neytronni yutib

^7Li va alfa zarralarni hosil qiladi. Odam qoniga ^{10}B izotopi yuboriladi. Saraton hujayralarida bor ^{10}B sog'lom hujayralarga qaraganda yuqori konsentratsiyalarda to'planadi. Neytron nurlanishi natijasida qo'zg'atilgan holatdagi $^{11*}\text{B}$ yadrosi hosil bo'ladi va u tezda (10-sekundda) ^7Li va alfaga zarralarga parchalanadi (5-rasmga qarang). Hosil bo'lgan $^4\text{He}^{2+}$ va $^7\text{Li}^{3+}$ ionlari tezda sekinlashadi (ularning to'qimadagi harkatlanish yo'li mos ravishda ~ 7 va ~ 5 mkm). Hujayra o'lchami ~ 10 mkm bo'lganligi sababli, reaksiya energiyasining $\sim 80\%$ neytronni so'rib olgan bor yadrosi bo'lgan hujayrada chiqariladi. Bu o'z navbatida saraton hujayralari halokatiga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Qurbonov A., Qurbonova B., Abdurashidova D. Inson tanasidagi radioaktivlik //Физико-технологического образование. – 2021. – №. 5.
2. Qurbonov A., Qurbonova B. INSON VA UNING HAYOTIDA RADIATSIYANING TUTGAN O'RNI //Физико-технологического образование. – 2021. – Т. 4. – №. 4.
3. Qurbonov A., Qurbonova B. TABIIY RADIATSIYA MANBALARI //Физико-технологического образование. – 2022. – №. 2.
4. Razzoqovich Q. A. et al. YADRO FIZIKASI NURLANISHLARINING MEDITSINADA QO'LLANILISHI //E Conference Zone. – 2022. – С. 25-26.

5. Olimov K. et al. Formation of multinucleon systems and nuclei with mass numbers of 6 and 7 in $^{16}\text{O}p$ interactions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2009. – T. 72. – №. 4. – С. 596-600.
6. Olimov K. K., Sattarov A. R., Kurbanov A. Correlation effects in production of stable isotopes containing 2-7 nucleons in $\{^{16}\text{O}p\}$ interactions at the momentum 3.25 GeV/s per nucleon; Korrelyatsionnye ehffekty v obrazovanii stabil'nykh izotopov s chisлом nuklonov 2-7 v $\{^{16}\text{O}p\}$ vzaimodejstviyakh pri impul'se 3.25 GeV/s na nuklon. – 2008.
7. Olimov K. et al. Production of mirror nuclei ^7Li and ^7Be in $^{16}\text{O}p$ interactions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2011. – T. 74. – №. 2. – С. 268-271.
8. Olimov K. K. et al. ABOUT CROSS-SECTIONS OF YIELD OF EXCITED $^6\text{Li}^*$, $^7\text{Li}^*$, $^9\text{B}^*$ AND $^{10}\text{B}^*$ NUCLEI AND THEIR CONTRIBUTIONS TO FORMATION OF MULTINUCLEON SYSTEMS INVOLVING ^4He NUCLEI IN $^{16}\text{O}p$ COLLISIONS AT 3.25 A GeV/c //International Journal of Modern Physics E. – 2013. – T. 22. – №. 08. – С. 1350057.
9. Olimov K. et al. Formation of six-nucleon systems and nuclei in $^{16}\text{O}p$ collisions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2014. – T. 77. – №. 3. – С. 325-329.
10. Qurbonov A. 3.25 A GeV/c impul'sli $^{16}\text{O}p$ -to'qnashuvlarida ko'zguli (^3H , ^3He , ^7Li , ^7Be) yadrolar va mezonlar (π^+ , π^-) ning birgalikda hosil bo'lishi //Физико-технологического образование. – 2020. – №. 1.
11. Юлдашев Б. С. и др. Некоторые особенности образования зеркальных семинуклонных систем и ядер в $^{16}\text{O}p$ -соударениях при 3.25 А ГэВ/с //Узбекский физический журнал. – 2017. – Т. 19. – №. 2. – С. 120-123.
12. Olimov K. et al. Contributions of excited ^6Li and ^7Li nuclei to the production of $^4\text{He}+^2\text{H}$ and $^4\text{He}+^3\text{H}$ systems in $^{16}\text{O}p$ collisions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2013. – T. 76. – №. 7. – С. 881-882.
13. Olimov K. et al. Breakup of an oxygen nucleus to light fragments of mass number in the range $A \leq 4$ in $^{16}\text{O}p$ interactions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2012. – T. 75. – №. 4. – С. 398-403.
14. Olimov K. K. et al. About Transverse Momentum Distributions of Negative Pions in $p^{12}\text{C}$ and $\pi^{-12}\text{C}$ Collisions at High Energies //Ukrainian Journal of Physics. – 2020. – T. 65. – №. 2. – С. 97-97.

15. Qurbonov A., Nazarov F., Qurbonova B. Исследование преобразователей тока в напряжении //Физико-технологического образование. – 2021. – Т. 6. – №. 6.

16. Qurbonov A., Xolbutayev S., Burxonov B. 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarida kislorod yadrosining $A \leq 4$ massa sonli yengil fragmentlarga parchalanishi //Физико-технологического образование. – 2021. – Т. 6. – №. 6.