

ӘӨЖ 539.1.06

## РАДИОНУКЛИДТЕРДІ ЯДРОЛЫҚ МЕДИЦИНАДА ҚОЛДАНУ

**Ибрагимова Б.С., Дарібаев Р.А.**

[Ibragimova\\_bs@mail.ru](mailto:Ibragimova_bs@mail.ru)

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Физика-техникалық факультетінің,  
Ядролық физика мамандығының 5 курс студенттері, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі –х.ғ.к.,PhD- Сатаева Гүлзипа Егембердиевна

Бүгінгі күнде радиациялық диагностика әдістері екі үлкен бағытқа әсер етеді. Оның біріншісі - иондаушы және иондамайтын сәулеленудің сыртқы көздерін пайдалану арқылы болатын диагностика. Бұл жағдайда “Суреттеу әдісі” жұмыс істейді. Бірақ сәулеленудің әртүрлі түрлерін (Рентген, гамма - сәуле, радиожилік және т.б.) қолданады. Бұл жағдайда тіндердің құрылымы зерттеледі. Осы диагностикалық идеяға негізделген қосымшаларға рентгендік зерттеулер (РЗ), КТ, МРТ жатады. Органдардың жұмыс істеу динамикасын зерттеу. Тіндерге радионуклидтік белгілер енгізіледі, Олардың орналасуы және орын ауыстыруы бойынша органдардың жұмыс істеуін қадағалайды. Мұндай зерттеулер радионуклидтік диагностика (ГК, БФЭКТ және ПЭТ) қондырғыларында жүргізіледі.

ГК, БФЭКТ және ПЭТ-те радионуклидтік диагностика қағидаты радионуклидтің патологиялық салаларда таралу тығыздығын өлшеуге негізделген.

Диагональ үшін изотоптар заттардың қасиеттеріне байланысты таңдалады, олардың нақты түрін жинайды. Радионуклидтің жартылай шығарылу уақыты да ескеріледі. Сонымен қатар, онкологиялық науқастарды тексеру кезінде радионуклидті таңдау керек, оның ісік концентрациясы сау денеге қарағанда жоғары болады. Содан кейін диагностикалық жабдықта ісіктің көлемі мен формасын көруге болады. Егер радионуклидтің ыдырау уақыты тым үлкен болса, онда пациенттің сау тіндері артық дозалық жүктемені тексереді. Сондықтан радионуклидтің зерттеуден кейін тез ыдырап, денеден оңай және толық шығарылуы өте маңызды. Сонымен қатар, сау тіндерге дозалық жүктемені азайту үшін радионуклидтердің белсенділігі төмен болуы керек.

Брахитерапия - бұл радиациялық терапияның бір түрі, онда кішкентай, герметикалық оралған сәуле көзі дененің тіндеріне немесе емдеуді қажет ететін аймақтың жанына орналастырылады. Бұл жағдайда радиоактивті заттар денеге тікелей енбейді, бірақ капсула қабырғалары арқылы қоршаған тіндерді сәулелендіреді.

Нұр-сұлтан қаласы әкімдігінің ШЖҚ "Көпсалалы медицина орталығы" мкк брахитерапия емдеу орталығы орналасқан

Кесте 1- Брахитерапияға арналған негізгі изотоптардың сипаттамасы

Радионуклид	Алу әдісі	Жартылай ыдырау периоды	Сәулелену түрлері	$E$ , МэВ
$^{226}\text{Ra}$	-U-руд қайта өңдеу	1620 жыл	$\gamma$	2.45
$^{137}\text{Cs}$	Ыдырау өнімі	30.17 жыл	$\gamma$	0.662
$^{60}\text{Co}$	Нейтронды белсендендіру.дендіру.	5.26 жыл	$\gamma$	1.17; 1.33
$^{192}\text{Ir}$	Нейтронды белсендендіру.Нейтронды белсендіру.	74 тәу	$\gamma$	0.38
$^{125}\text{I}$	Ыдырау өнімі Бімі	59.6 тәу	$\Gamma$	0.027; 0.0314; 0.0355
$^{169}\text{Yb}$	Нейтронды белсендендіруНейтронды белс	31 тәу	$\Gamma$	0.09
$^{103}\text{Pd}$	Нейтронды белсендендіру Нейтрлсендендіру.	17 тәу	$\Gamma$	0.021
$^{106}\text{Ru}$	Ыдырау өнімі өнімі	1.02 тәу	$B$	3.54
$^{90}\text{Sr}$	Ыдырау өнімі ырау өнімі	28.7 тәу	$B$	2.27

Бүкіл денені диагностикалау үшін пациенттің бойымен қозғалатын қозғалмалы детектор немесе қозғалмайтын детектордың астында қозғалатын жылжымалы үстел қолданылады. ОФЭКТ-жүйелерде адам денесінің айналасында сәулелену көзін және детекторды айналдыру үшін гантри құрылғысы деп аталатын жылжымалы қондырғы қолданылады.

Гантри қондырғысында детектор мен коллиматорлар дененің дөңгелек, эллиптикалық немесе қайталанатын контуры траекториялары бойынша орналасады. БФЭКТ зерттелетін мүшелердің жазықтық қималарын беретіндіктен, алынған қалпына келтірілген кескін көрші органдардың зерттелетін органына жасанды түрде салынбайды. Бұл диагностика үшін өте маңызды және гамма - камерадағы зерттеулермен салыстырғанда басты артықшылығы болып табылады. Сәулелік диагностикада қолданылатын радионуклидтер 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2- Диагностикалық мақсаттарда пайдаланылатын изотоптар

Радионуклид	$T_{1/2}$	B-сәулелену немесе $\gamma$ -кванттар энергиясы, МэВ
$^{51}\text{Cr}$	27.7 тәу	0.32
$^{57}\text{Co}$	267 тәу	0.122
$^{62}\text{Cu}$	9.7 мин	1.173
$^{67}\text{Ga}$	61.8 сағ	0.185
$^{75}\text{Se}$	120 сут	0.136
$^{81m}\text{Kr}$	13 тәу	0.19

$^{81}\text{Rb}$	4.6 сағ	0.19
$^{85}\text{Sr}$	64.8 тәу	0.514
$^{95}\text{Tc}$	20 сағ	0.766
$^{97m}\text{Tc}$	89 тәу	0.965
$^{99m}\text{Tc}$	6 сағ	0.141
$^{111}\text{In}$	2.8 тәу	0.171
$^{113m}\text{In}$	99.5 мин	0.392
$^{123}\text{I}$	13.3 сағ	0.159
$^{131}\text{I}$	8.1 сағ	0.365
$^{132}\text{I}$	2.3 сағ	0.668
$^{127}\text{Xe}$	36.4 тәу	0.203
$^{133}\text{Xe}$	5.3 сағ	0.081
$^{199}\text{Tl}$	7.4 сағ	0.455
$^{201}\text{Tl}$	72.9 сағ	0.167

ПЭТ кезінде тіндерді визуализациялау мүмкіндігі үшін ағзаларға радиоактивті изотопы бар препарат жеткізіледі. Ол ыдыраған кезде позитрон шығарады. Матадағы Позитрон 3 мм - ге дейін өтеді, молекулалармен және атомдармен соқтығысқан кезде энергияны жоғалтады және тоқтаған кезде электронмен әрекеттесіп, 0.511 МэВ энергиясы бар екі фотонға айналады. Олар қарама-қарсы жаққа ұшады. Бұл фотондар сцинтилляциялық есептегіштермен тіркеледі. Әрі қарай, сәйкестік схемалары сигналдар бір уақытта түскен Фотон жұптарын таңдайды. Осындай детекторлар жиынтығын сәулелену көзінің (пациенттің денесінің) айналасына орналастырған кезде аннигиляция жүретін сызықтың бағытын анықтауға болады, ал бірінші және екінші жұптасқан детекторлардағы сцинтилляциялар арасындағы уақыт аралығын өлшеу арқылы осы көздің локализацияланған жерін дәл анықтауға болады. Томографияның екі түрі бар: ОФЭКТ + КТ, ОФЭКТ + МРТ, ПЭТ + КТ, ПЭТ + МРТ.

Кардиология, онкология және неврологиядағы радиоизотоптық, рентгендік, компьютерлік - томографиялық зерттеулерді бір уақытта жүргізуге мүмкіндік беретін БФЭКТ. Олар радионуклидті диагностика кезінде кеңейтілген анатомиялық ақпарат береді.

3 – кестеде медициналық қолдану мақсатында зерттелетін және қолданылатын материалдардың сипаттамаларын ұсынамыз.. Бүгінгі таңда  $^{131}\text{I}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{186}\text{Re}$ ,  $^{188}\text{Re}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{117m}\text{Sn}$ ,  $^{177}\text{Lu}$  изотоптары клиникалық тәжірибеде сәтті қолданылады.

Сондай-ақ,  $^{67}\text{Cu}$ ,  $^{124}\text{I}$ ,  $^{149}\text{Tb}$ ,  $^{166}\text{Ho}$ ,  $^{211}\text{At}$ ,  $^{212}\text{Bi}$ ,  $^{225}\text{Ac}$  ( $^{213}\text{Bi}$ ) және т. б. негізінде препараттарды пайдалану саласындағы зерттеулер жалғасуда.

Кесте 3-Радионуклидтік емге арналған изотоптар

Радионуклид	$T_{1/2}$	Ыдырау түрі	В-сәулеленудің және ең қарқынды энергияның орташа энергиясы $\alpha$ -және $\gamma$ -сәулелену, МэВ
$^{32}\text{P}$	14.3 тәу	$\beta^-$	0.6952
$^{67}\text{Cu}$	61.8 сағ	$\beta^-$	0.1475; $\gamma$ 0.1846
$^{77}\text{Br}$	56 сағ	$\alpha$ ; $\beta^+$	$\gamma$ 0.239; 0.521
$^{90}\text{Y}$	64.3 сағ	$\beta^-$	0.928

$^{89}\text{Sr}$	50.6 тәу	$\beta^-$	0.583
$^{111}\text{In}$	2.8 тәу	ЭЗ	$\gamma$ 0.1713; 0.2454
$^{117m}\text{Sn}$	13.6 тәу	ИП	$\gamma$ 0.1586
$^{124}\text{I}$	4.2 тәу	ЭЗ; $\beta^+$	$\gamma$ 0.6027; 1.691
$^{125}\text{I}$	60 стәу	ЭЗ	$\gamma$ 0.0355
$^{131}\text{I}$	8.1 тәу	$\beta^-$	0.1914; $\gamma$ 0.3645
$^{186}\text{Re}$	90.6 тәу	$\beta^-$ ; ЭЗ	0.342; $\gamma$ 0.1372
$^{188}\text{Re}$	16.9 сағ	$\beta^-$	0.7539; $\gamma$ 0.155
$^{212}\text{Bi}$	60.6 мин	$\beta^-$ ; $\alpha$	0.665; $\alpha$ 6.054; $\gamma$ 0.7273
$^{211}\text{At}$	7.2 сағ	$A$	$\alpha$ 5.870; $\gamma$ 0.0687
$^{225}\text{Ac}$	10 сағ	$A$	$\alpha$ 5.830
$^{153}\text{Sm}$	46.7 сағ	$\beta^-$	0.2232; $\gamma$ 0.1032
$^{149}\text{Tb}$	4.2 сағ	ЭЗ; $\beta^+$ ; $\alpha$	$\alpha$ 3.967; $\gamma$ 0.165; 0.3623
$^{166}\text{Ho}$	26.8 сағ	$\beta^-$	0.668; 1.850; $\gamma$ 0.0806
$^{169}\text{Er}$	9.4 тәу	$\beta^-$	0.0991
$^{177}\text{Lu}$	6.7 тәу	$\beta^-$	0.1368; $\gamma$ 0.2884

Медицинадағы ядролық технологиялардың жетістіктері радионуклидтерді кобальт қондырғыларын, гамма - пышақ түріндегі радиохирургия кешендерін, диагностикалық және зерттеу техникасын пайдалана отырып қондырғыларды кеңінен таратуға алып келді. Өз кезегінде изотоптарды өндіру үшін көптеген ядролық реакторлар мен үдеткіштер қолданылады. Радионуклидтер негізінде жұмыс істейтін қондырғылар медициналық техниканың жалпы санының шамамен 25% — ын құрайды, бұл ретте осы жабдықтың негізгі үлесі радионуклидтік диагностикада - шамамен 85% — ды, ал қашықтықтан және тактілік сәулелік терапияда - шамамен 15%-ды пайдаланады. Жұмыс принципі иондаушы сәулеленудің биологиялық тіндеріне, әсеріне негізделген қондырғылардың диагностикалық және терапиялық мүмкіндіктеріне байланысты, олар медициналық орталықтарда қажет.

Радионуклидтік терапия әлемде бұрыннан бері және өте кең қолданылады. Бірақ, өкінішке орай, Қазақстанда ол мүлдем қолданылмайды. Бұл ең алдымен, онкологиялық емдеу мекемелерінде радионуклидті терапияны жүргізуге болатын арнайы аурухана бөлімшелері мен палаталардың болмауына байланысты. Негізінде, мұндай палаталарда бетон қабырғалары немесе басқа ұқсас заттар сияқты арнайы қосымша қорғаныс қажет емес. Бірақ сіз осы терапиядан өткен адамның қалдықтарын жинап, сақтауыңыз керек. Өйткені, кез-келген пациент дәретханаға барады, және олар шығаратын сұйықтықтар радиоактивті, сондықтан оларды жалпы кәрізге ағызуға болмайды. Сондықтан сізге арнайы кәріз немесе басқа қоқыс тастау жүйесі қажет. Мұны істеу қиын емес және қымбат емес. Өйткені терапия үшін пайдаланылатын изотоптар ұзақ өмір сүрмейді, көп дегенде 1-2 күн. Сонымен, бұл қалдықтарды арнайы контейнерге жинап, белгілі бір уақытқа дейін сақтап, содан кейін кәдімгі кәрізге төгу керек. Алайда, терапияның бұл түрі әлемнің көптеген елдерінде кеңінен қолданылады, бірақ бізде жоқ.

Қазақстанда қазіргі таңда радиофармпрепараттар өндірілгенімен, оны еш жерде қолдана алмайды. Сол үшін біз оны басқа шет елдерге, яғни Ресей, Германия елдеріне сатуға мәжбүрміз. Сосын сол шет елдерге Қазақстандағы онкологиялық аурумен ауыратын адамдар қыруар ақша төлеп емделеді. Сондықтан неге бұл емдеу түрін өз елімізде дамытпасқа?! Осы жағдайды мамандар, болашақ мамандар, яғни біз, өз қолымызға алатын болсақ, радионуклидтік терапияны Қазақстанда да дамытуға болады.

Сөз соңында, осы мақаланы оқып отырған әрбір оқырманға ең бастысы денсаулық тілейміз. Олардың ешқайсысына жоғарыда талқыланған технологиялар қажеттілік тудырмаса екен деп тілейміз.

#### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1. Bokorov B. Radiotherapy: past and present. Summa-ry Arch Oncol. 2010. 18, № 4. P. 140.
2. Report by the Director General, Nuclear Technology Review-2004. IAEA, General Conference, 2004
3. Radiation Processing: Environmental Applications. IAEA, Vienna, 2007.
4. Nuclear Technology Review-2009. IAEA, Vienna, 2009
5. Nuclear Technology Review-2010. IAEA, Vienna, 2010