

гексагональной фазы CdSe наблюдается появление слабых дифракционных рефлексов характерных для гексагональной фазы кадмия, наличие которой может быть обусловлено большим содержанием кадмия в структуре тонких пленок.

Список литературы

1. Kale S. S., Lokhande C. D. Thickness-dependent properties of chemically deposited CdSe thin films //Materials Chemistry and Physics. – 2000. – Vol. 62. – №. 2. – P. 103-108.
2. Hassen M. et al. Optical and surface properties of CdSe thin films prepared by sol-gel spin coating method //Surfaces and Interfaces. – 2020. – Vol. 18. – P. 100408.
3. Patel S. L. et al. Understanding the physical properties of CdCl₂ treated thin CdSe films for solar cell applications //Optical Materials. – 2019. – Vol. 89. – P. 42-47.
4. Wang A. et al. Annealing temperature dependence of properties of CdSe thin films by RF-sputtering //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Vol. 556. – №. 1. – P. 012006.
5. Zubair M. A. et al. Thickness dependent correlation between structural and optical properties of textured CdSe thin film //AIP Advances. – 2019. – Vol. 9. – №. 4. – P. 045123.
6. Choudhary R., Chauhan R. P. Thickness dependent variation in structural, optical and electrical properties of CdSe thin films //Journal of Materials Science: Materials in Electronics. – 2019. – Vol. 30. – №. 6. – P. 5753-5759.
7. Kaur J., Kaur R., Tripathi S. K. Silver Dopant-Induced Effect on Structural and Optoelectronic Properties of CdSe Thin Films //Acta Metallurgica Sinica (English Letters). – 2019. – Vol. 32. – №. 5. – P. 541-549.
8. Thanikaikarasan S., Perumal R., Venkatamuthukumar J. Influence of Zinc incorporation in electrodeposited CdSe thin films from aqueous acidic media //Journal of Materials Science: Materials in Electronics. – 2019. – Vol. 30. – №. 2. – P. 1500-1509.
9. Morris K. M. et al. Chemical bath deposition of thin film CdSe layers for use in Se alloyed CdTe solar cells //2019 IEEE 46th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC). – IEEE, 2019. – P. 1857-1862.
10. Deora M. S., Sharma S. K. Effect of incorporation of sulphur on the structural, morphological and optical studies of CdSe thin films deposited by solution processed spin coating technique //Thin Solid Films. – 2019. – Vol. 670. – P. 68-75.

ӘӨЖ 539.172.12

ҚУЫҚ АСТЫ БЕЗІНІҢ ҚАТЕРЛІ ІСІГІ БАР НАУҚАСТАРДАҒЫ ҚАҢҚА СҮЙЕКТЕРІНІҢ ПАТОЛОГИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІСІН ДИАГНОСТИКАЛАУДАҒЫ ЖАҢА РАДИОФАРМАЦЕВТИКАЛЫҚ ПРЕПАРАТ РЕЗОСКАН 99МТС

Рысбеков Нурбек Муратулы

Rysbekovnurbek09@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар кафедрасының магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Ф.У. Абуова

Keң медициналық практикада қазіргі кезде метастатикалық сүйектердің зақымдануын радионуклидті диагностикалау мақсатында әртүрлі радиофармацевтикалық препараттар (РФП) қолданылады. Осы радиофармацевтикалық препараттардың құрамындағы негізгі изотоп - бұл технеций-99м (99mTc), гамма-сәулеленудің моноэнергетикалық спектрі (140 кэВ) және жартылай ыдырау периоды (6 с) сцинтиграфия үшін өте ыңғайлы және пациенттің сәулелену мөлшерін минималдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, 99mTc клиникалық қолдануға ыңғайлы, өйткені ол генератордан тікелей клиникалық радиоизотоптық

зертханада алынады және әртүрлі мүшелер мен ұлпаларға троптық болып келетін химиялық қосылыстары бар кешендер түзеді.

Өткен ғасырдың жетпісінші жылдарының басында G. Subramanian мен J.G. Agfee бірінші болып остеосцинтиграфия үшін технеций-99 м полифосфат, трифосфат және пирофосфат кешендерін қолдануды ұсынды. Сүйекте жинақталу полифосфат тізбегінің ұзындығына кері пропорционал екендігі анықталды, бұл сүйектердегі пирофосфатпен ^{99m}Tc кешенінің ең жақсы жинақталуын түсіндіреді [1].

Сүйек тінінде ^{99m}Tc фосфат қосылыстары гидроксипатит кристалдарымен және жетілмеген коллагенмен байланысады. Алайда, P-O-P байланысы бейорганикалық фосфаттарда болғандықтан, олар фосфатазаның әсерінен *in vivo*-да ферментативті гидролизден өтеді. Бейорганикалық фосфаттардың фармакокинетикасының белгілі белгілері қанның баяу тазартылуы, сонымен қатар бұлшықеттердегі белсенділікке сүйектердегі белсенділіктің төмен коэффициенті бар қаңқадағы максималды жинақтаудың баяулаған кезеңдері болып табылады [1]. Сонымен қатар, әдетте, препараттың бауырда басқарылатын белсенділігінің 10-15% -на дейін жинақталуы байқалады. Бұл остеосцинтиграфия үшін пирофосфаты бар препараттарды қолдануға белгілі бір шектеулер тудырады [2].

Кейіннен ^{99m}Tc дифосфонаттар жоғарыда аталған фосфаттық кешендерге қарағанда белгілі артықшылықтарға ие екендігі анықталды, олар *in vivo*-да гидролизге ұшырамайды, сонымен қатар плазма ақуыздары мен қызыл қан клеткаларымен байланысудың төменгі деңгейімен сипатталады, бұл өз кезегінде жоғары сүйектік тіні- қоршған тін қатынасын алуға мүмкіндік береді. Сүйек тінінде радиофармацевтикалық жинақтау механизмін талқылау кезінде ^{99m}Tc -HEDP (^{99m}Tc гидроксипатитдендифосфонат) жинақталуы қанда кальций деңгейінің жоғарылауына оң әсер ететіндігі көрсетілді. Сүйек тінінің органикалық құрамдас бөлігі немесе қоршаған тіндердің ақуыздары, фосфатаза сияқты жинақталудың басқа мүмкін механизмдері сүйектерге радиофармацевтикалық заттардың жиналуы маңызды емес.

Дифосфонаттардың сүйек минералды гидроксипатитпен құрылымдық ұқсастығы, сүйектің жалпы салмағының 2/3 құрайды, органикалық байланыс матрицасының P-C-P үйлесімінде оларды химиялық және ферменттік гидролизге төзімді етеді [2]. Сонымен қатар, олардың сүйектердің жаңа пайда болу орындарында орналасуының дифосфонаттардың қабілетін анықтайтын гидроксипатитке жақындығы өте маңызды. Дифосфонаттар сүйектің жаңа пайда болу аймағында ескі сүйекті жаңасына ауыстырғанға дейін сақталады. Осы қасиеттерге байланысты технеций-99м дифосфонаттар кешендерін сүйек тінінің патологиялық жағдайын диагностикалау үшін остеобласттық процестермен бірге радиофармацевтикалық дәрі ретінде қолдануға болады.

Қазіргі уақытта ^{99m}Tc -метилдифосфонат (^{99m}Tc МДП) және ^{99m}Tc -гидроксипатитдендік дифосфонат (« $^{\wedge}$ Ix-HEDP, ОЭДП-нің орыс тіліндегі әдебиетінде), сондай-ақ органикалық дифосфонаттардың басқа да туындылары дүниежүзілік радиологиялық тәжірибеде кеңінен қолданылады. Өткен ғасырдың 80-ші жылдары зертханалық жануарлардың денесінде остеотропты препараттардың таралуы туралы мәліметтер алынды.

Гидроксипатитден дифосфонаты (этидронат) және метилдифосфонаты (медронат) сияқты органикалық фосфаттармен бірге технеций препараттарының фармакокинетикасы қанның тез тазартылуымен, қаңқада жоғары жинақталуымен және тамыр ішіне енгізілгеннен кейін 1 сағаттан соң және несеп шығару жүйесі арқылы тез шығарылуымен сипатталады. G. Subramanian [2] 20 ғасырдың 70-жылдарының ортасында олар технеций-99м остеотропты препараттарын салыстырмалы зерттеу жүргізіп, онтогенезді суреттеудің ең жақсы нәтижелері ^{99m}Tc -MDP көмегімен алынған, бұл қаңқа диагностикалық зерттеулерде әлі күнге дейін «алтын стандарт» болып саналады.

Қазіргі уақытта қаңқа, остеомиелит және басқа патологиялық жағдайлардың қатерлі зақымдалуын дифференциалды диагностикалаудың тиімділігін жоғарылату үшін жоғары

сезімталдыққа ие жаңа остеотропты препараттарды іздеу, суретке түсіру және радиоизотопты ағзадан жою мақсат болып табылады.

Бүкіләлемдік ядролық медицина және биология федерациясының IX конгресінде (2006) бір топ қытай зерттеушілері технеций-99м маркировкаланған золедрон қышқылына негізделген жаңа радиодиагностикалық препараттың жасалынғанын хабарлады. Препараттың қалыпты тышқандардың сүйектерінде жинақталуы енгізілген доза/г 13,45%, сүйек-бұлшықет және сүйек-қан қатынасы 30 минуттан кейін 28,01 және 16,96 құрады. инъекциядан кейін сәйкесінше. Қан тазартудың кинетикалық теңдеуі есептеледі: $C = 30.789e^{0.460t} + 1.553e^{-0.013t}$. Қоянның қаңқалық жүйесін нақты визуализация инъекциядан 75 минут өткен соң алынды.

Золедрон қышқылы төртінші буынның ең жетілдірілген бисфосфонаты болып табылады және жақсартылған сүйек резорбциясының аудандарына жоғары жақындықтың болуына байланысты сүйектердің резорбциясының максималды қабілетіне ие. In vitro, золедрон қышқылы белсенділікті тежейді және остеокластың апоптозын тудырады, минералданған сүйек пен шеміршектің остеокластикалық резорбциясын бұғаттайды, остеокласт белсенділігінің жоғарылауын және ісік жасушаларынан босатылатын ынталандырушы факторлардың әсерінен сүйек тінінен кальцийдің шығарылуын тежейді.

Қазіргі уақытта золедрон қышқылы Zometa (Novartis) және Rezorba (ЖАҚ фармацевтикалық синтез) негізінде препараттар Ресейде тіркелген. Белгіленген бисфосфонаттарды бір жағынан ядролық медицинада қолданудың әлемдік тәжірибесі, сонымен қатар, золедрон қышқылын клиникалық қолданудағы соңғы жылдардағы оң нәтижелер, екінші жағынан, радионуклидті диагностикалау мен терапияға арналған золедрон қышқылы негізінде радиофармацевтикалық препараттардың құрылуына әкелді. Резоскан, ^{99m}Tc препараты ЖАҚ Фарм-Синтезде (Мәскеу) әзірленді және 2006-2007 жж. «Биофизика институты» МҚК-де сыналды.

^{99m}Tc радиофармацевтикалық фармакокинетикасын зерттеу көрсеткендей, айқын остеотропия зерттелетін РФП физиологиялық таралуына тән. Препаратты тұйықталмаған жануарларға көктамыр ішіне енгізгеннен кейін, 1 сағаттан кейін, енгізілген әрекеттің 52,5% -ы қаңқаға локализацияланған, 40% -ы несеппен шығарылады. Препаратты қабылдағаннан кейін 3 сағаттан кейін қаңқадағы жинақтау 48,9%, шығарылу 40% құрайды. Қандағы белсенділік деңгейі енгізілгеннен кейін 1 сағаттан кейін 1,9% -дан аспайды, зерттеу басталғаннан кейін 24 сағаттан бастап бастапқы көрсеткіштерге дейін төмендейді. Басқа органдарда да препараттың айтарлықтай жинақталуы байқалмайды.

«Жаңа радиофармацевтикалық эксперименттік (клиникаға дейінгі) зерттеуге арналған нұсқаулыққа» сәйкес [3], Резоскан, ^{99m}Tc препараты: фармакологиялық қасиеттері зерттелген химиялық қосылыстар негізінде радиофармацевтикалық препараттарға жатқызылуы мүмкін, өйткені негізгі заттардың бірі - 8.8 фармакологиялық топқа жататын золедрон қышқылы (сүйек пен шеміршек тіндерінің алмасуын түзейтін). Сонымен қатар, ^{99m}Tc радиофармацевтикалық Резосканның құрамы золедрон қышқылына негізделген белгілі дәрілік формаларға ұқсамайды.

Резоскан препаратының зерттелген үлгілері стерильді, пирогенсіз және тамыр ішіне енгізген кезде жануарларда жағымсыз реакциялар туғызбады. Тәжірибелік зерттеу осы препаратты қолданудың қауіпсіздігін көрсетті.

Жоғарыда айтылғандардан, Резоскан, ^{99m}Tc ядролық медицина әдістерін қолдана отырып, қаңқа жүйесіндегі патологиялық өзгерістерді анықтауға арналған әлемдегі золедрон қышқылына негізделген алғашқы коммерциялық радиофармацевтикалық препарат (РФП) деген қорытынды жасауға болады.

Осы типтегі қолданыстағы радиофармацевтикалық дәрі-дәрмектерден басты айырмашылығы - әр түрлі локализация мен шығу тегі неоплазмалардағы метастатикалық ошақтарды қосқанда, патологиялық өскен сүйектердің резорбциясы аймақтарына максималды жақындығы бар бисфосфонаттық золедрон қышқылының соңғы буыны.

Резоскан препаратының тиімділігі мен қауіпсіздігін бағалау үшін, простатит қатерлі ісігі бар пациенттерде қаңқадағы патологиялық өзгерістер болған жағдайда, біз Резоскан, ^{99m}Tc және Технофор, ^{99m}Tc препараттарымен остеосцинтиграфия нәтижелерін ашық көп орталандырылған салыстырмалы зерттеу жүргіздік.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Билик, А.С. Атомная физика, изложенная на языке физики свойств / А.С. Билик. - М.: Издательство ЛКИ, 2017, 184 с.
2. Браун, А.Г. Атомная и ядерная физика. Элементы квантовой механики. Практикум: Учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - М.: Инфра-М, 2019, 352 с.
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие: для вузов в 5 томах. Том 5. Атомная и ядерная физика / Д.В. Сивухин. - М.: Физматлит, 2008, 784 с.

ӘӨЖ 539.172.6

АЛЬФА-БӨЛШЕКТЕРІН БЕРУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

Сайлаубеков Ерназар Қанатұлы

ernazardosym@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар кафедрасының магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – А.К. Морзабаев

Кластерлі ядролық модельдерде (^{12}C , ^{16}O және т.б.) протондар мен нейтрондардың тең саны бар жеңіл ядролардың бар екендігін көрсететін себептер бар болып шыққан. Ол α -бөлшектің аномальды түрде үлкен тұрақтылығының болуымен түсіндіріледі. Мәселен, α -бөлшекте, нуклонның байланыс энергиясы шамамен 20 МэВ деп алынды (мысалы, көптеген ядроларда шамамен 7 МэВ қана).

XXI-ші ғасыр басында нуклондардың кластерлі құбылысы эксперименталды түрде жақсы анықталған болатын. Соның ішінде ең жиі кездесетін α -бөлшектер кластерлері. Олар төрт нуклонның бірігуін білдіреді (екі нейтрон, екі протон). Ядрода кластерлердің болуы тәжірибе жүзінде байқалатын құбылыстар: осы кластерлердің бөлінуімен ядроның ыдырау ықтималдығының артуы, осы кластерлердің берілуімен жүретін реакция қимасының жоғарылауы (мысалы, $^{12}\text{C} + ^6\text{Li} \rightarrow ^{16}\text{O} + ^2\text{H}$ реакциясындағы α -бөлшектерінің берілу реакциясы) және т.б.[1].

$^{12}\text{C} + ^6\text{Li} \rightarrow ^{16}\text{O} + ^2\text{H}$ реакциясын мысал ретінде алып, арнайы программада шағын тәжірибе жүргізіп көрелік. Ол үшін, сол программа жайлы қысқаша ақпарат бере кетсек. NRV-энергиясы аз ядролық білім базасы (NRV-Low Energy Nuclear Knowledge Base) атты сайттың ішіндегі программаларды қолданамыз. Жоғарғыдағы реакцияда берілу бөлшегі гелий атомы. Ол жерде көміртек гелийді қабылдап алып, оттекке түрленген. Кіру каналына жататын реакция ол әрине $^{12}\text{C} + ^6\text{Li}$. Кіру каналындағы реакция энергиясы және тағы басқа физикалық шамаларды программа бірден шығарып береді. Ол 1-ші кестеде көрсетілген.

Екінші шығу каналына келетін болсақ, ол реакцияның екінші бөлігі, яғни $^{16}\text{O} + ^2\text{H}$. Осы реакция жайлы да физикалық параметрлер автоматты түрде анықталады. Оны 2-ші кестеге толтырамыз. Ол жерде энергия, спин, арақашықтықтар көрсетілген.

Енді біз зерттеп отырған реакцияға келсек, ол $^{12}\text{C} + ^6\text{Li} \rightarrow ^{16}\text{O} + ^2\text{H}$, және ондағы берілетін бөлшек ^4He . Спині нөлге тең. Бұрмаланған толқынның ішіндегі ядролардың берілуі және жуықтауға келесі графиктерде бейнелеуге тырысамыз. Толқындардың бұрмаланған соңғы диапазоны (DWBA) төмен коллизиялық энергиядағы нуклонның ауысу реакцияларының қосымшасында сипатталған, және компьютердің DWUCK5 коды NRV-ге бейімделген. Толық сипаттамасы DWBA беріліс амплитудасы және қимасыт болады. 1-ші суретке назар аударайық.