

*С. С. Садықов, проф., А. К. Канаткулина, Д. Бершімбаев,  
М. С. Садықов, м.э.к.*

Алматы мемлекеттік дәрігерлер білімін жетілдіру институты  
және Қазақстан-Ресей Медициналық, университеті  
Алматы қаласы, Қазақстан

## ИННОВАЦИЯЛЫҚ КОНФОРМДЫ 3D СӘУЛЕЛІК ТЕРАПИЯ ТӘСІЛДЕРІН ОНКОЛОГИЯДА ҚОЛДАНУ

### АҢДАТПА

Жұмыста онкологиялық тәжірибеде конформды 3D сәулелік терапия тәсілдерін онкологияда қолдану туралы отандық және шетелдік авторлардың ғылыми еңбектеріне аналитикалық шолу жасалған материал берілген. Конформды сәулемен емдеу тәсілінің онкологиядағы көрсеткіші, қарсы көрсеткіші анықталған және емдеу нәтижесінің жоғарылығы көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** конформды 3D сәулелік терапия, КТ, МРТ, ПЭТ, МэВ, протон, электрон, гамма, рентген сәулелері, термoplastикалық маска.



Сәулелендіру  
т е р а п и я с ы :  
ісіктерді емдеудің  
бір әдісі, бұл әдіс  
ісік клеткаларына  
тікелей радиация  
мен әсер ету арқы-  
лы өсуін тоқтата-  
ды. Сәулелендіру  
т е р а п и я с ы

100 жыл уақыт бойы қолданылып келеді, соңғы он жылда бұл терапия жаңа өзгерістермен толығып және сау тіндерге әсер етпей тек ісік клеткаларына бағытталған.

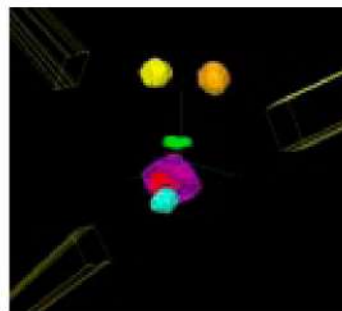
**Конформды сәулелендірудің мақсатында** (3D-конформды сәулелендіру) сәулелендіру түрінің ауқымды ісік түріне максималды жақын келеді. Бір жағынан сәулелендіру ауқымды ісіктің барлық жеріне түседі, яғни дұрыс емес формада болуы мүмкін. Соның әсерінен сау тіндерге сәулелік асқынулар аз көріне бастады (сәулелік күйік терінің, мидың локалді ісігі, жұлын миын сәулелендіру омыртқаға түскен сәуле жүктемені азайтады). Үш фазалы (немесе 3D) конформды сәулелік терапия (3D-КЛТ). Компьютер көмегімен алынған ісіктің орналасуын анықтайтын сурет. Жүргізілген толық сәулелеу ісіктің үшфазалы моделіне сай келеді.

**Үшфазалы (3D) конформды сәулелік терапия.** Сәулелеу схемасы екі өлшемде

жүргізіледі. Үшфазалы конформды сәулелік терапия, компьютер көмегімен, сәулені ісікке қарай бағытын қоюға болады.

#### Үшфазалы ісік кескіні:

- КТ (компьютерлік томография),
- МРТ (магниттік-резонансты томография),
- ПЭТ (позитронды-эмиссионды томография) көреміз.



Компьютерлік бағдарламалар кескін негізіне ісік формасына сай етіп сәулені бөліктейді. Көрші жатқан мүшелерге зақым келмей, жоғарғы мөлшерлі дозаны қолдануға мүмкіндік береді. Ең бірінші Солтүстік батыс аймағында жоғарғы энергетикалық жүйелі күшейткіш «PRECISE» көпжапырақты коллиматорымен, жарықтау үш жақтық күрделі конфигурациялы, сәулелеу кеңістігін қалыпты уақыт режимымен қадағалайды. Төменде бас миының каверномасы көрсетілген. Сәулелік терапия Интенсификаци-

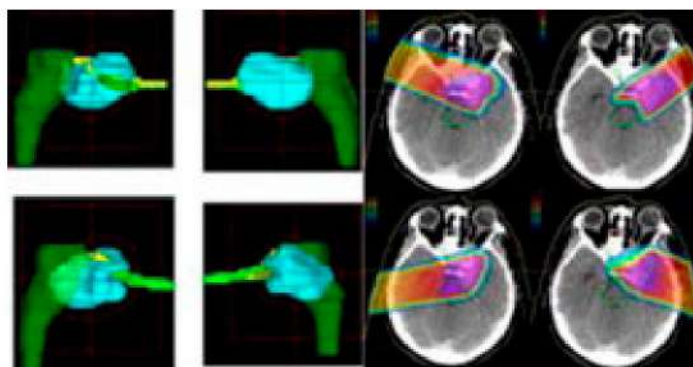


ялық курсы іріленген фракцияларды қолдану, күндіздік бөлінген доза ісікке эквивалентті жоғарғы дозадағы радиацианы аз уақыт ішінде сәулелік реакцияның жиілігімен жылдамдығын жоғарылату. Ісікке қарсы препараттарды осы әдіспен бір уақытта қолдану емдік әсерді жоғарылатады [1, 2].

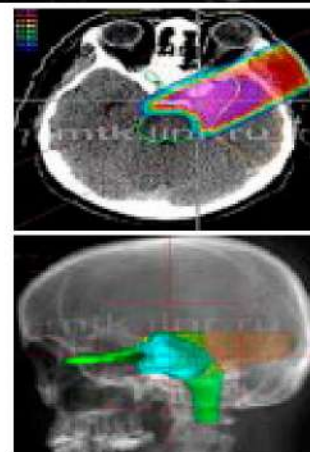
**Үшфазалы конформды протондық сәулелі терапиялық әдіс.** Жаңа өскіндерді сәулелеу үшін арнайы әдіс қолданылады яғни ол көрші жатқан сау мүшелер мен нысаналарға өз әсерін тигізбей ісік нысанасының шекарасынан шықпай тікелей ісікке әсер етеді. Соңғы он жылдағы медицина диагностикасында және компьютер саласындағы үлкен прогресс радиология саласына жаңа бағыт әкелді. Үшфазалы компьютерлік жоспарлау және сәулелендіруді жүргізу, максимальды қалыптастырған мөлшерді нысана түріне сәйкес келтіру. Мөлшер нысананың шекарасы мен тікелей сәйкестенеді, яғни сәулелендіруді сәулелі терапияда жетпейтін жерлерге жүргізеді. Бұл әдіс конформды терапия деп аталады.

**Негізгі методикалық және технологиялық сәулелендіруге дайындау этаптары төменде көрсетілген.**

- Аймақты иммобилизациялау, сәулелейтін жерді;
- Рентген және магнитті резонанстық томография зерттеуін жүргізіп және КТ кесінділерін жоспарлау программасына салу;
- Үшфазалы компьютерлік жоспарлы сәулелеу;
- Индивидуальды шумаққа қалыптасқан құрылғыны дайындау – денелік коллиматорды және компенсирленген болустарды;
- Сәулелеу жоспарының реализациясы және верификациясы.



Томографиялық зерттеу спиралданған арнайы рентгендік томографта жасалады. Науқасқа арнайы масканы кигізіп бекітеді. Әдетте жүз кескінмен екі мм қадаммен өлшенеді. Ақпарат сандық түрде жоспарлы сәулелендіру жүйесіне енгізіледі. Ісік шекарасын анықтау мақсатында магниттік резонанстық томография, ангиография және т. б. жүргізіледі. Протондық терапия жүргізу кезінде Магниттік томографтық қондырғы процедуралық кабинетте науқас арнайы терапевтикалық креслоға бекітіледі. Егер нысана кеуде клеткасында орналасқан болса, онда КТ мен МРТ қолданылмайды. Осыған байланысты бұл қиыншылықтың шешімі табылды, яғни арнайы терапевтикалық кресломен қосылған топометриялық рентгенді компьютерлік томограф жасалынды. Бұның ерекшелігі рентгендік сәуле және детекторлық блогы процедуралық кабинеттің қабырғаларына орналастырылған, кресло 1 об./мин жылдамдықпен қозғалып сәулелендіреді. Конформды сәулелік терапияны компьютерлік өзгертусіз сәулелеу мүмкін емес. АҚШ Лома Лигнда қаласындағы протондық терапияның госпитальды орталығымен бірлесіп жұмыс жасаудан осы орталықта үшфазалы компьютерлік жүйені жоспарлау протондық сәулелендіру «TPN» протондық фазартон шумағына және құрылғысында жасалынды. Компьютерлік томографиядан алынған үшфазалы топометриялық ақпарат, саналық түрде сәулелік жоспарлау жүйесіне енгізіледі. Әр аксиальды кесіндіде дәрігер радиолог нысана мүшені сәулелеу шекарасымен және критикалық құрылы-

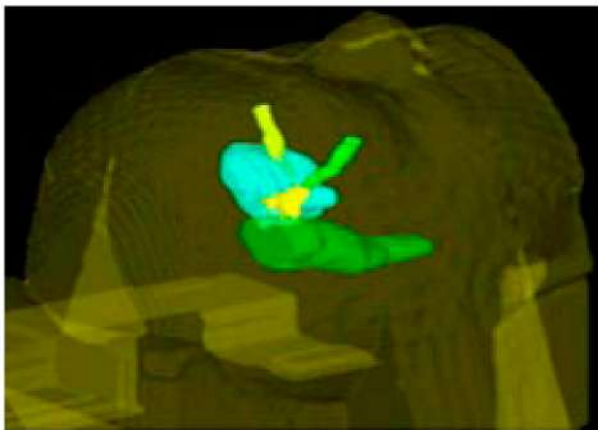


сәулелендіру жүйесіне енгізіледі. Ісік шекарасын анықтау мақсатында магниттік резонанстық томография, ангиография және т. б. жүргізіледі. Протондық терапия жүргізу кезінде Магниттік томографтық қондырғы процедуралық кабинетте науқас арнайы терапевтикалық креслоға бекітіледі. Егер нысана кеуде клеткасында орналасқан болса, онда КТ мен МРТ қолданылмайды. Осыған байланысты бұл қиыншылықтың шешімі табылды, яғни арнайы терапевтикалық кресломен қосылған топометриялық рентгенді компьютерлік томограф жасалынды. Бұның ерекшелігі рентгендік сәуле және детекторлық блогы процедуралық кабинеттің қабырғаларына орналастырылған, кресло 1 об./мин жылдамдықпен қозғалып сәулелендіреді. Конформды сәулелік терапияны компьютерлік өзгертусіз сәулелеу мүмкін емес. АҚШ Лома Лигнда қаласындағы протондық терапияның госпитальды орталығымен бірлесіп жұмыс жасаудан осы орталықта үшфазалы компьютерлік жүйені жоспарлау протондық сәулелендіру «TPN» протондық фазартон шумағына және құрылғысында жасалынды. Компьютерлік томографиядан алынған үшфазалы топометриялық ақпарат, саналық түрде сәулелік жоспарлау жүйесіне енгізіледі. Әр аксиальды кесіндіде дәрігер радиолог нысана мүшені сәулелеу шекарасымен және критикалық құрылы-



мын белгілейді. Мысалға: ми сабауы, көру нерві және т. б. 3) одан басқа, берілген сәулелендіру мен оның бағыты. Осы берілген жоспарлау жүйесі үшфазалы модел құрылысын анықтайды. «beam's-eye-view» мына функцияның көмегімен (шумақ жағынан көрініс) және сандық реконструирленген рентгенограмма әрбір бағытталған сәуле анықталады және протондық шумақтың белгілі түрі айқындалады. 4) Жеке коллиматорлық Вуда көмегімен сәулелендіру қалыптасқан. Нысана тереңдігі конфорымдық доза протондық шумақпен өлшеніп дайындалады, яғни бұл болуос шумақ бойында орналасқан тіннің гетерогендік құрылымымен науқастың мүшелері көрсетілген (сурет 5: боллосты қолдану конфорымдық нысананың протондық шумағын тереңдік бойымен).

Барлық шумақтарды қатар қойғанда, әртүрлі бағыттан келген сумарлық мөлшер. (6 сурет). Сәулеленегін үшмөлшерлі аймақтың құрылымы және мөлшерін бөлу үш проекцияда көрсетіледі: аксиальды, сагиттальды, коронарлық.



МТК шеберханасында арнайы коллиматор мен боллостар дайындалады. Протондық сәулелендіру фракционды әдіспен жүргізіледі күнделікті демалыссыз үш апта бойы жасалынады. Күнделікті сәулелендіру сеансы алдында процедуралық кабинетке терапевтикалық протонды шумақ орындалып және дозиметриясы жүргізіледі [3, 4].



Әр сәулелендіру кезінде науқастың рентгендік кескіні арнайы түтікпен жасалынады, яғни шумақ осы бойымен орналасып орындалады. Нәтижесінде снимоктапротондық шумақтың орны бас қаңқасының анатомиялық құрылымына сәйкес келеді (8 сурет).

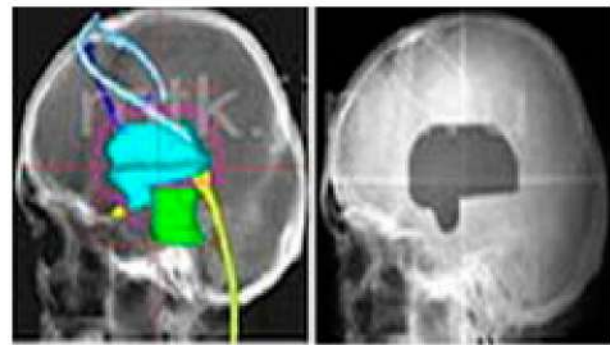
- Протондық сәулеленудің верификациялық жоспары:

- солға-бас қаңқасының сандық рентгенограммасы сәулелену нысана прекиясына қарай бағытталған;

- Оңға қарай – бас қаңқасының рентгендік кескіні, төменгі интенсивтілікпен жүргізілетін С Талдында жалған.

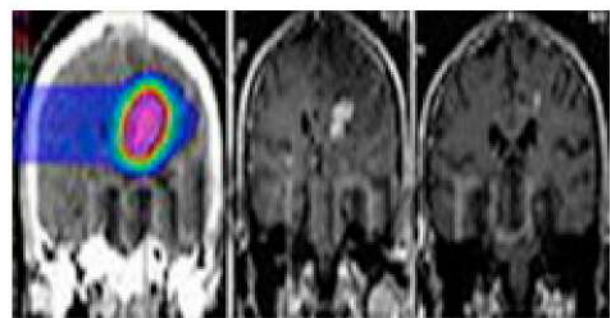
- Шумақтың салыстырмалы орналасуы сүйек құрылымының сәулелену жоспарына сай келеді.

- Егер науқастың орналасуы 1 мм сәйкес келмесе креслоның шумаққа салыстырмалы коррекциясы жасалады. Содан кейін бірден терапевтикалық протон шумағымен сәулелендіру



жүргізіледі. Клиникалық және рентгенологиялық сараптаманың ерте нәтижесі үшфазалы конформды протонды сәулелендіру жоспарланған патологиялық аймаққа тура дозада сай келеді.

Суретте 9 көрсетілім берілген жоспарлы протонды сәулелену бас мишілік радиорезистентті метастаз және магниттік-резонансты томография контрастпен сәулеленуге дейін және сәулеленуден кейін 8 ай. Компьютерлік томография жоспарлы сәулелену дозалық бағыттау түрлі кай-





мақпен көрсетілген. МРТ контрастпен фронтальды кескінмен сәулеленуге дейін; МРТ 8 айдан кейін. радиохирургия – 90 % жаңа түзілімнің азаюы, ісіктің регрессиясы, асқазанның функциясының қалпына келуі. Жылдамдатқыш өзіне тексерілген эффективті жинақтағышты қосады: көпжапырақты коллиматор MLCi2, порталды визуализацияланған жүйесі ViewGT, жоғарғы энергетикалық бағыттағы жылдамдатқыш кең спектрлі диапазондағы энергиямен, фотон шумағына және (6МэВ, 10МэВ, 15МэВ), электрондарға (6-22 МэВ). Фотондық сәуле сәулелену терапиясында қолданылады. Яғни тереңде орналасқан ісіктерді сәулеленуде қолданылады. Ал электрондар теріге жақын орналасқан ісіктерді емдеуде қолданылады. Әр кеңістіктен патологиялық конфигурацияның ошаққа сай қалыптасады соны конфорымды сәулелену деп атаймыз. Осы терапиялық процессте коллимизирленген жүйеден жапырақтарының ығысуы радиациялық дозаның қалыптасуына жақсы жағдай туады.

- Линейлік жылдамдатқыш көмегімен Elekta Synergy Platform

- Ісік шекарасы мен сау ті найналасына максималды көлемдегі дозаның ионизирлеуші сәулеленің түсуі сәулелік зақымданудың алдын алады.

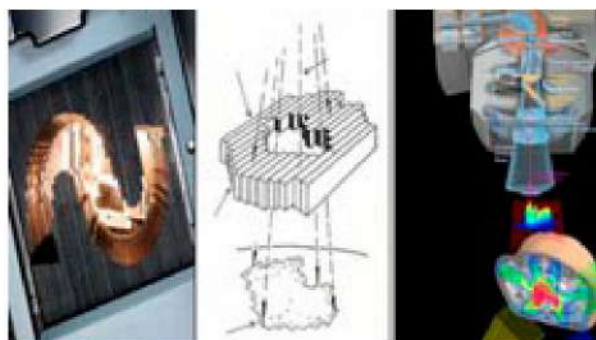
**Науқастың орналастырылуы.** Жоғарғы технологиялық сәулелік терапияда әдістері науқастың дәл орналасуын қажет етеді. Толық спектрлік шешім Elekta құрылымында науқасқа зияндылығын болдырмау, дәрігерлер ем жүргізуде, жоғары сенімділік пен комфорттық жағдайды тудыру. Әр науқасты жеке орналастыру және бекіту жүргізіледі.

**Сәулелік терапияны жүргізу көрсеткіштері:**

- Қатерлі ісіктерді емдеудегі негізгі әдіс
- Сүт безі;
- Ауыз қуысы, ерін, жұтқыншақ, көмей.
- Зәр шығару жүйесі;
- Тері;
- Бас миының біріншілік ісіктері;



Термопластикалық маска



- Лимфома, лимфогрануломатоз;
- Тік және тоқішек;
- Өкпе, кеуде аралық, өнесп.

Паллиативті әдіс арқылы қатерлі симптомдарды жою мақсатында өмір сүру жағдайын жақсарту үшін:

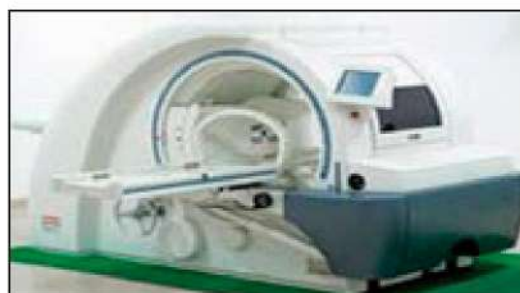
- Сүйекке метастаз ауырсыну сезіммен
- Бас миының метастаздық зақымдануы; компрессионды синдром; ауырсыну синдром.

**Қарсыкөрсеткіш:**

- Қосымша аурулар:
- Декомпенсация сатысында.
- Науқастың ауыр жағдайы.
- Инфекционды аурулар, паразитарлы аурулар.
- Психикалық бұзылыстар.
- Дәнекер тіннің аурулары (мысалға, ЖКЖ, жүйелі васкулит, склеродермия), радиацияға жоғары сезімталдылық, жүктілік.
- Анемия, лейко – және тромбоцитопения, септикалық жағдай, оцитопения.

Соңғы жылдары радиотерапевтикалық құрал жабдықтар тәжірбиеде гистограмма туралы тапсырмаларды орындайды:

Үшфазалы жоспарлауды қолдану (3D), жалпақ сүйектерді нысана оралығына қарай жоспарлау, бағытталған дозаларды мөлшерлеу үшін жасалады. Гистограммада берілген доза көлем (DVH) және нысана көлемін жоспарлау (PTV) қуық асты безінің рагы (қуық, тік ішек) 2D- и 3D-жоспарлау үшін қолданылады. Көлемдік (3D) жоспарлау ісік нысанасына бағытталған дозаның





мөлшерін анықтауға арналған. Гистограмма, графикалық түрдегі статистикалық белгілер. Бұл процесс пен зат параметрін өлшемін көрсетеді. Кейде оны бөлшектік бөлінділер деп атайды.

- Радиационды терапиядағы сызықты электронды жылдамдатқыш

- Жылдамдатқыш «Эллуc-6М» электрон энергиясы 6 МэВ радиотерапияға арналған электронды жылдамдатқыш.

- Жылдамдатқыш Эллуc-6М» изоцентрлік радиационды-терапевтикалық үшфазалы конформды сәулелік терапиялық шумақталған сәулеленуінде қолданылады. Мультистатикалық ротационды режимде берілген (IMRT, ARTISTE) [5, 6].

Соңғы жылдары тұңғыш Қазақстанда Қазақтың онкология және радиология ғылыми-зерттеу институтында м.ғ.д. В. Б. Ким физикалық дозиметрист инженерлерімен бірлесе отырып конформды сәулелік тәсілдерді Клинак 2100, Клинак 600, Сирус, Террогам қондырғыларында гамма сәулесін, жоғарғы энергиялы тежеуші сәулесін әр түрлі онкологиялық ауруларда (өңештің, сүт безінің, жатыр мойнының, жатыр денесінің және де басқа обьлардың түрлерінде) қолданды. Конформдық сәулелік тәсілді қолдану арқылы емінің нәтижесі жоғарыланды [7, 8, 9, 10, 11].

## ӘДЕБИЕТТЕР

1 Сборник ОНЦ РАМН. – М. – 1995. – Т. 7. – С. 3.

2 *Эйдус Л. Х., Корыстов Ю. Н.* Кислород в радиобиологии. – М.: Энергоатомиздат, 1984.

3 *Goiten M.* 3D Treatment planning for heavy charged particles // *Radiat. Environ. Biophys. Rev.* 1992. – V. 31 (3). – P. 241.

4 *Савченко О. В.* Состояние и перспективы применения новых клинических методов диагностики и лечения раковых заболеваний на основе использования имеющихся в ОИЯИ пуч-

ков частиц и ионов. – Дубна: ОИЯИ, 1996.

5 *Абазов В. М.* и др. Простой вариант рентгеновского компьютерного томографа для получения топометрической информации. Сообщение ОИЯИ 13-87-702. – Дубна, 1987.

6 ЭЛЛУС-6М.

7 *Ким В. Б., Ажигалиев Н. А., Ибраимова М. А., Ишқинин Е. А., Антропова Т. Ю., Ким С. И., Таласпаева А., Садықов С. С.* Топометрическая предлучевая подготовка при конформной лучевой терапии // VII съезд онкологов и радиологов стран СНГ, г. Астана, 5-8 сент. 2012 г. – С. 405-406.

8 *Ткачев С. И., Ибраимова М. А., Ким В. Б., Садықов С. С., Тажипбаева С. Д., Ахметова Г. С.* Результаты конформной лучевой терапии рака пищевода // Вестник КазНМУ. – № 4. – 2012. – С. 206-208.

9 *Ткачев С. И., Ибраимова М. А., Ким В. Б., Алмабек А. Т., Малышева С. А.* Конформная лучевая терапия рака пищевода // Онкология и радиология Казахстана. – 2013. – № 4. – 28 с.

10 *Ким В. Б., Алмабек А. Т., Антропова Т. Ю., Ибраимова М. А., Ишқинин Е. И., Малышева Я. С., Отыншиев Р., Панов Р. Г., Райымбеков Р. Б., Сарсембаев А., Таласова А. М., Трущенко О. Ю., Садықов С. С.* Предлучевая топометрическая подготовка при 3D конформной и интенсивно-модулированный лучевой терапии, опыт применения в РК // Общие вопросы диагностики лечения в онкологии. – 29-30 апр. 2014 г. – Съезд онкологии и радиологии.

11 *Ткачев С. И., Ибраимов М. А., Ким В. Р., Отыншиев Р., Панов Р. Г., Райымбеков Р. Б., Сарсембаева А., Садыкова С. С.* Лучевая терапия неоперабельного рака пищевода в 3D режиме // Общие вопросы диагностики лечения в онкологии. 29-30 апреля 2014 г. – Съезд онкологии и радиологии.

## АННОТАЦИЯ

Представлены материалы аналитического обзора научных публикаций отечественных и зарубежных авторов о проведении инновационной технополи 3D конформной лучевой терапии, показания и противопоказания при различных онкологических заболеваниях.

**Ключевые слова:** 3D конформная лучевая терапия, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, позиционно-эмульсионная томография, мегаэлектронвольт, протон, электрон, гамма, рентген, термопластическая маска.

## SUMMARY

Materials presented analytical review of the scientific publications of domestic and foreign authors on the innovation of technologi 3D conformal radiation therapy, indications and contraindications for various cancer.

**Key words:** 3D conformal radiotherapy, Computed tomography, Magnetic resonance imaging, Positional emulsion tomography, MeV proton, electron, gamma, X-ray, thermal plastic mask.