

DOI: 10.31082/1728-452X-2019-208-209-10-11-7-11

УДК 616.65.2:615.849.2

ПЕРЕДОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ - ПОЗИТРОННАЯ ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Диляра Р. КАЙДАРОВА, <https://orcid.org/0000-0002-0969-5983>,
Жандос М. АМАНКУЛОВ, <https://orcid.org/0000-0001-7389-3119>,
Оксана В. ШАТКОВСКАЯ, <https://orcid.org/0000-0001-6085-2780>,
Иса ТАЖЕДИНОВ, <https://orcid.org/0000-0003-0566-4626>

АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», г. Алматы, Республика Казахстан



Шатковская О.В.

В г. Алматы с 2018 г. в Казахском НИИ онкологии и радиологии функционирует передовая технология ядерной медицины (ЯМ) - позитронная эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ/КТ). Для эффективного использования высокотехнологичного и дорогостоящего метода ЯМ необходимо научно обоснованно планировать дальнейшее внедрение ПЭТ/КТ в Казахстане.

Цель исследования. Провести анализ перспектив направления развития и определить оптимальные пути внедрения высокотехнологичного и дорогостоящего метода ЯМ ПЭТ/КТ в Казахстане.

Материал и методы. На данном этапе развития ЯМ в республике используется наиболее широко применяемый метод ПЭТ/КТ с радиофармпрепаратом (РФП) ^{18}F -FDG. Дальнейшее расширение внедрения должно проводиться более сложной технологией ПЭТ/КТ со специфическими РФП, в зависимости от уровня населенности территории обслуживания медицинского учреждения с соответствующим научно-техническим потенциалом.

Результаты и обсуждение. В крупных центрах ЯМ, как в городах Алматы и Нур-Султан, которые находятся на базах научных онкологических центров, необходимо заниматься разработкой, внедрением новых технологий и методов мирового значения. В стационарных отделениях радионуклидной терапии (РНТ) всех региональных центров ЯМ проходят радиойод-терапия пациенты из всех областей соответствующего региона, а ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ОФЭКТ исследования, а также амбулаторные виды РНТ – только данной области. Во всех остальных областных центрах в отделении радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии исследования проводятся на ПЭТ/КТ и ОФЭКТ, а также амбулаторные виды РНТ метастазов в костях с ^{153}Sm -ЭДТМФ и Ксофиги (^{223}Ra).

Вывод. Сложный и информативный метод радионуклидной диагностики, ПЭТ/КТ при применении в тесной взаимосвязи с другими методами ЯМ, как скintiграфия с ОФЭКТ/КТ и РНТ, улучшает качество и удлиняет срок жизни больных с запущенными и распространенными злокачественными опухолями.

Ключевые слова: ядерная медицина, позитронная эмиссионная томография, скintiграфия, радионуклидная диагностика, радионуклидная терапия.

Для цитирования: Кайдарова Д.Р., Аманкулов Ж.М., Шатковская О.В., Тажединов И. Передовая технология ядерной медицины - позитронная эмиссионная томография в Казахстане // Медицина (Алматы). – 2019. – № 10-11 (208-209). – С. 7-11. DOI: 10.31082/1728-452X-2019-208-209-10-11-7-11

Т Ы Ж Ы Р Ы М

ЯДРОЛЫҚ МЕДИЦИНАНЫҢ АЛДЫҒЫ ҚАТАРЛЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫ - ҚАЗАҚСТАННЫҢ ПОЗИТРОНДЫҚ ЭМИССИЯЛЫҚ ТОМОГРАФИЯСЫ

Диляра Р. КАЙДАРОВА, <https://orcid.org/0000-0002-0969-5983>,
Жандос М. АМАНҚҰЛОВ, <https://orcid.org/0000-0001-7389-3119>,
Оксана В. ШАТКОВСКАЯ, <https://orcid.org/0000-0001-6085-2780>,
Иса ТӘЖЕДИНОВ, <https://orcid.org/0000-0003-0566-4626>

«Қазақ онкология және радиология ғылыми зерттеу институты»
АҚ, Алматы қ, Қазақстан Республикасы

Алматы қаласында 2018 жылдан бастап Қазақ онкология және радиология ҒЗИ Ядролық медицинаның (ЯМ) алдыңғы қатарлы технологиясы, позитрондық эмиссиялық компьютерлік томографиясы (ПЭТ/КТ) жұмыс істеуде. ЯМ-ның қымбат та күрделі технологиясын тиімді пайдалану үшін ПЭТ/КТ-ны Қазақстанда енгізуді ғылыми негізде жоспарлау керек.

Зерттеудің мақсаты. ЯМ-ның күрделі де қымбат саласын дамыту бағыттарын қарастыра отырып, ПЭТ/КТ тәсілін Қазақстанда енгізудің тиімді жолдарын айқындау.

Материал және әдістері. Республикамызда ЯМ-ның кәзіргі даму деңгейінде ПЭТ/КТ-да ең кеңінен қолданылатын ^{18}F -FDG радиофармпрепараты (РФП) пайдаланылуда. Одан әрі қолда-

Контакты: Тажединов Иса, д-р
мед. наук, врач Отделения
лучевой диагностики
Казахского НИИ онкологии
и радиологии, г. Алматы,
e-mail: Tazhedinov@gmail.com

Contacts: Issa Tazhedinov, Doctor
of Medical Sciences, Kazakh
Research Institute of Oncology
and Radiology, Almaty c.,
e-mail: Tazhedinov@gmail.com

Поступила: 02 12 2019

Рецензент: Игисинов Нурбек Сагинбекович, д-р мед. наук, профессор, врач-онколог высшей категории, врач-организатор здравоохранения высшей категории, председатель общественного объединения «Central Asian Cancer Institute», г. Нур-Султан, e-mail: n.igissinov@gmail.com. www.cancer.kz

ну аясын кеңейту үшін ерекше қасиетке ие РФП мен ПЭТ/КТ-ның күрделенген технологиясын қолдану керек, бұл жағдайда медициналық мекеме қызмет көрсететін аумақтағы халқының саны және ғылыми-техникалық деңгейі ескеріледі.

Нәтижелері және талқылауы. Республиканың Нұр-Сұлтан және Алматы қалаларындағы Онкологиялық ғылыми зерттеу мекемелеріндегі үлкен ЯМ орталықтарында технологияның жаңа түрлеріне ғылыми ізденістер жүргізіліп, халықаралық деңгейдегі күрделі жетістіктерді енгізумен айналысуы керек. Аймақтық ЯМ орталықтарының стационарлық радионуклидтік терапия (РНТ) бөлімшелерінде РИТ өз аймағындағы науқастарына, ал РНТ амбулаториялық түрлері осы облыстың ғана науқастарына жүргізіледі. Ал қалған облыс орталықтарындағы радионуклидтік диагностика және радионуклидтік терапия бөлімшелерінде өз облысының науқастарына ПЭТ/КТ 18F-ФДГ-мен және ОФЭКТ зерттеулері жүргізіліп, РНТ-ның амбулаториялық түрлері 153Sm-ЭДТМФ және Ксофиго (223Ra)-мен емдейді.

Қорытынды. Күрделі және қымбат технологияны мейлінше жүктеу үшін ПЭТ/КТ-ны республика аймақтарына тиімді жайғастыруды гамма-камера және РНТ бөлімшелерімен тығыз байланыста жоспарлау керек.

Негізгі сөздер: ядролық медицина, позитрондық эмиссиялық томография, скинтиграфия, радионуклидтік диагностика, радионуклидтік терапия.

SUMMARY

ADVANCED TECHNOLOGY OF NUCLEAR MEDICINE POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY IN KAZAKHSTAN

Dilyara R KAIDAROVA, <https://orcid.org/0000-0002-0969-5983>,
Zhandos M AMANKULOV, <https://orcid.org/0000-0001-7389-3119>,
Oksana SHATKOVSKAYA, <https://orcid.org/0000-0001-6085-2780>,
Issa TAZHEDINOV, <https://orcid.org/0000-0003-0566-4626>

Kazakh Research Institute of Oncology and Radiology, Almaty, Republic of Kazakhstan

Since 2018 in Almaty in the Kazakh research institute of oncology and radiology, the advanced technology of nuclear medicine (NM) positron emission tomography (PET) functions. For effective use of high-tech and expensive method of NM it is necessary to plan the long-term introduction of PET in Kazakhstan.

Study purposes. To plan further expansion of the introduction of high-tech and expensive method of PET/CT in Kazakhstan.

Material and methods. Patients with differentiated thyroid cancer (DTC) and often metastasizing malignant tumors in the bone are most often subjected to NM procedures. NIT DTC and RNT of metastases of malignant tumors in bones is primarily planned according to the results of radionuclide diagnostics. The presence of radionuclide diagnostic facilities and their working condition in Kazakhstan are given, further promising directions of development are outlined.

Results and discussion. In large NMC like in cities Almaty and Nursultan, which are located on the bases of scientific cancer centers, it is necessary to develop new technology and introduce new methods of global importance. In hospitals of the regional branch of RNT there are RIT patients from all areas of the region concerned. Here PET/CT with 18F-FDG and SPECT, as well as outpatient types of RNT are carried out only to patients of the relevant area. In all other regional centers in the departments of radionuclide diagnostics and radionuclide therapy radionuclide studies in PET/CT with cyclotron and SPECT, as well as outpatient RNT types of bone metastases with 153Sm-EDTMP and Cafego (223Ra).

Conclusion. Planning the optimal placement of PET/CT in the Republic, the relationship with the gamma camera SPECT and the office of RNT, improves the quality and lengthens the life of patients in advanced stage of cancer.

Keywords: nuclear medicine, positron emission tomography, scintigraphy, radionuclide therapy.

For reference: Kaidarova DR, Amankulov ZhM, Shatkovskaya OV, Tazhedinov I. Advanced technology of nuclear medicine positron emission tomography in Kazakhstan. *Meditsina (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2019;10-11(208-209):7-11. (In Russ). DOI: 10.31082/1728-452X-2019-208-209-10-11-7-11

Впервые в республике с 2010 г. работает позитронно-эмиссионный томограф (ПЭТ) – ПЭТ/КТ-сканер в г. Нур-Султан в Республиканском диагностическом центре (РДЦ), где на циклотроне мощностью 18 МэВ со всей инженерной коммуникацией, радиофизической и радиохимической службой обеспечения получают наиболее широко применяемый опухолектропный радиоактивный фармацевтический препарат (РФП) – фтордезоксиглюкоза меченый ^{18}F (^{18}F -FDG). Второй ПЭТ/КТ в

г. Нур-Султан, Медицинском центре Управления делами Президента РК, работает с 2015 г., готовый РФП получают из циклотрона РДЦ.

В г. Алматы впервые 25 июля 2018 г. работает ПЭТ/КТ-сканер производства General Electric Discovery IQ (США) турецкой фирмы «Orhun Medical», проект был осуществлен совместно с Казахским НИИ онкологии и радиологии (КазНИИОнР) при финансовом участии лизинговой компании KIC leasing. Мощный, на 30 МэВ, циклотрон

«CYKLON 30» (Бельгия) Института ядерной физики Министерства энергетики Республики Казахстан (ИЯФ МЭ РК) может обеспечить с РФП еще несколько ПЭТ/КТ установок г. Алматы.

В республике наряду с ПЭТ/КТ-сканером функционируют гамма-камеры – однофотонные эмиссионные компьютерные томографы (ОФЭКТ) с широким спектром радиодиагностических исследований. ПЭТ/КТ-сканер и гамма-камера ОФЭКТ не заменяют друг друга, а взаимно дополняют. ПЭТ/КТ-сканирование с ^{18}F -FDG очень узкоспециализированное исследование. На гамма-камере ОФЭКТ выполняются исследования структурно-функциональных состояний многих органов и систем. Некоторые негативные опухоли для ^{18}F -FDG хорошо визуализируются на сцинтиграммах ОФЭКТ с РФП, меченные гамма-излучающими радионуклидами. Для эффективного использования высокотехнологичного и дорогостоящего метода ЯМ необходимо научно обоснованно планировать внедрение ПЭТ в Казахстане.

Цель исследования – провести анализ работы и определить перспективы развития высокотехнологичного и дорогостоящего метода ЯМ ПЭТ/КТ в Казахстане.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На данном этапе развития ЯМ в республике необходимо использовать наиболее широко применяемый метод ПЭТ/КТ с РФП ^{18}F -FDG. В наших предыдущих анализах показателей онкологической службы республики были обоснованно планированы подразделения ЯМ [1-4]. При этом анализу подвергались те онкологические заболевания и их частота стадии развития, которые наиболее подвержены диагностическим и терапевтическим процедурам ЯМ. Дальнейшее улучшение качества и продления жизни пациентов прямо зависят от комплексного развития ЯМ в республике. В этом комплексе немаловажную роль играют широкое внедрение и умелое использование результатов ПЭТ/КТ при стадировании, коррекции и оценке эффективности противоопухолевых лечений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Планирование размещения ПЭТ/КТ, направленное на наиболее полное обеспечение больных процедурами ЯМ, существенно улучшит показатели онкологической службы республики.

В таблице 1 приведено нынешнее состояние размещения оборудования радионуклидной диагностики (РНД) в республике. ПЭТ/КТ и ОФЭКТ работают в городах Нур-Султан и Алматы. В других региональных центрах городов Актобе и Семей радиодиагностические аппараты находятся в стадии запуска. Во всех этих региональных центрах ЯМ (ЦЯМ) необходимо открытие отделений РНТ, т.е. РИТ.

Процесс урбанизации в стране продолжается, что позволяет службе работать с нагрузкой, где пациенты в полной мере будут охвачены процедурами ЯМ. Рассредоточение объектов ЯМ по республике снизит радиационную нагрузку при переезде пациентов. Как известно, после процедур ЯМ пациентам в общественном транспорте нельзя находиться более двух часов с одними и теми же спутниками. В таблице 2 приведены перспективы размещения оборудования ЯМ в республике. Город Шымкент уже миллионный, кроме него еще два города Костанай и Караганда с промышленными городами-спутниками приближаются к этому рубежу, где также необходимо организовать ЦЯМ с “активными койками” для РНТ.

В остальных 9 областных центрах необходимо организовать отделения радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии, где проводятся ПЭТ/КТ и ОФЭКТ, а также РНТ метастазов в костях с Самарий-153 и Ксофиги (^{223}Ra) в амбулаторных условиях [2, 5]. В настоящее время в действующих лабораториях радионуклидной диагностики должны вести дозиметрический контроль, а также проводить ПЭТ/КТ и сцинтиграфию ОФЭКТ пациентов, прошедших РНТ в зарубежных клиниках.

В крупных научных онкологических центрах, как КазНИИОиР, в планируемых ОНЦ г. Нур-Султан или клинике КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова при ИЯФ МЭ РК г. Алматы необходимо расширить клиническое применение ПЭТ/КТ исследования с более специфичными РФП, меченными с ультракороткоживущими радионуклидами ^{11}C , ^{13}N и ^{15}O , соответственно с $T_{1/2}$ 20,5, 10,2 и 2,05 минуты.

В диагностике рака предстательной железы и его метастазов высокоэффективным методом является ПЭТ/КТ с меченым ^{68}Ga простат-специфического мембранного антигена ^{68}Ga -PSMA. Галлий-68 (^{68}Ga) с $T_{1/2}=67,8$ мин, с выходом позитрона β^+ - 90%, получают из генератора $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ [6]. Для визуализации метастазов в костях также проводится ПЭТ/КТ-сканирование с остеотропным Na^{18}F [7]. Выявленные метастатические очаги в костях являются пока-

Таблица 1 — Радионуклидные диагностические установки в Республике Казахстан

№	Учреждения	ОФЭКТ	ПЭТ/КТ	Циклотрон
1	Республиканский диагностический центр, г. Нур-Султан	1	2	1, в РДЦ
2	Клиника аппарата Президента, г. Нур-Султан	1	1	
3	Онкологический диспансер, г. Семей	2	2	1
4	КазНИИОиР, г. Алматы	1	1	1, в ИЯФ
5	НИИ кардиол. и внутрен. болезней, г. Алматы	1	-	
6	Частная клиника «Сункар», г. Алматы	1	1	1
7	Западно-Казахстанский ГМУ, г. Актобе	-	1	1
Всего по республике		7 (3)	8 (4)	5 (3)

Примечание. Курсивом выделено оборудование пока в стадии запуска

Таблица 2 — Организация Ядерной медицины в республике

№	Центры	Города	Подразделения	Оснащение			Виды РНТ
				ОФЭКТ	ПЭТ /КТ	Цикл-н	
1	Регионарные	Нур-Султан	ЦЯМ	1-2	1-2	1-2	Стационарная РИТ и амбулаторная РНТ
2		Алматы					
3		Семей		1	1	1	
4		Актобе					
5	Миллионные города	Шымкент	ЦЯМ	1	1	1	Стационарная РИТ и амбулаторная РНТ
6		Костанай					
7		Караганда					
8	Областные	9	Лаборатория РНД	1	1	1	Амбулаторная РНТ

заниями к РНТ с ^{153}Sm -ЭДТМФ или Ксофиги (^{223}Ra). ПЭТ/КТ с Na^{18}F должно быть дешевле, чем с ^{18}F -ФДГ и ^{68}Ga -PSMA, но дороже, чем скintiграфия с меченным $^{99\text{m}}\text{Tc}$ фосфатом. В свою очередь ^{68}Ga -PSMA в два раза дороже, чем ^{18}F -ФДГ.

В диагностике рака молочной железы более информативна скintiграфия с меченным $^{99\text{m}}\text{Tc}$ метокси-изобутил-изонитрилом $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ. Основным предназначением $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ является перфузионная скintiграфия миокарда. Данный РФП еще обладает свойством включаться в паращитовидные железы [8, 9]. Один флакон относительно дорогостоящего препарата рассчитан на 5 пациентов. В онкологической или кардиологической клинике, где широко применяется $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ, экономически выгодно будет организовать информативный метод скintiграфии единичных больных с патологиями редкой локализации паращитовидных желез.

Предстоит клиническое испытание отечественных препаратов « ^{153}Sm -ЭДТМФ, раствор для терапии» и «Натрия йодид 131I, раствор для терапии», успешно прошедшие доклиническое испытание в КазНИИОиР. Для РНТ метастазов в костях кастрат-резистентного РПЖ Ксофиги (радия ^{223}Ra дихлорид), производства «Bayer» (Германия), зарегистрирован в Казахстане.

В новой редакции Санитарных правил республики, с нашей рекомендацией, внесены показатели мощности эквивалентной дозы мкЗв/ч) на расстоянии 1 м от поверхности тела, при которых разрешается выписка пациента из клиники после РНТ с вышеуказанными РФП [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПЭТ/КТ в онкологии республики будет эффективным, если использовать с максимальной нагрузкой, в тесной взаимосвязи с другими методами ЯМ – скintiграфией на гамма-камере ОФЭКТ и РНТ. Учитывая низкую информативность ПЭТ/КТ при некоторых формах злокачественных опухолей, необходима скintiграфия ОФЭКТ.

Из-за притока медицинского туризма из стран СНГ со слабо развитыми или вовсе отсутствием радионуклидных методов диагностики и терапии, в странах, где ЯМ функционирует, цены на ее процедуры, непропорционально высоки по себестоимости. Следовательно, оптимальное

размещение объектов, их эффективное использование должны снизить стоимость и сделать процедуры ЯМ доступными для населения республики, что может способствовать притоку медицинского туризма в Казахстан. Территория Южной Кореи насыщена ПЭТ установками, где медицина ориентирована на высокую технологию. Борьба с коррупцией в этой стране ведется на самом высоком уровне. Медицинский туризм составляет один из основных доходов государства. Природные ресурсы Кореи не сравнимы с Казахстаном.

ВЫВОДЫ

1. Научно-технический потенциал медицины Казахстана позволяет широко внедрять и эффективно использовать ПЭТ/КТ технологию в комплексе методов ЯМ.

2. ЦЯМ с отделением “активных коек” РИТ необходимо размещать в региональных центрах и крупных городах, а отделения радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии с амбулаторным ведением РНТ – в других областных центрах республики.

3. Комплексное применение РНД (ПЭТ/КТ и ОФЭКТ) и РНТ улучшает качество и удлиняет срок жизни больным с запущенными и распространенными стадиями онкологических заболеваний.

Прозрачность исследования

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Авторы не получали гонорар за статью.

Вклад авторов

Кайдарова Диляра Радиковна - общее руководство, окончательная редакция статьи,

Аманкулов Жандос Муктарович - обзор литературы, Шатковская Оксана Владимировна - сбор данных, анализ данных,

Тажединов Иса - редакция статьи, сбор и анализ данных.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Тажединов И. Проблемы развития современной ядерной медицины в Казахстане // Медицина (Алматы). – 2016. – №3 (165). – С. 2-6
- 2 Тажединов И., Аманкулов Ж.М., Сейсенбаева Г.Т., Хан О.Г. Радионуклидная терапия – важнейшее направление в развитии Ядерной медицины в Казахстане // Медицина (Алматы). – 2017. – №7 (181). – С. 2-8
- 3 Кайдарова Д.Г., Адилбай Ж.М., Аманкулов Г.Б., Адильбаев Г.В., Шатковская О.В., И. Тажединов. Перспективы применения ядерной медицины в диагностике и лечении рака щитовидной железы. I Радиойодтерапия – второй этап радиойодтерапии дифференцированного рака щитовидной железы // Медицина (Алматы). – 2018. – № 6 (192). – С. 21-26
- 4 Кайдарова Д.Р., Адилбай Д.Г., Аманкулов Ж.М., Адильбаев Г.Б., Шатковская О.В., Тажединов И. Перспективы применения Ядерной медицины в диагностике и лечения рака щитовидной железы. II Радиойодтерапия рецидивов и метастазов дифференцированного рака щитовидной железы // Медицина (Алматы). – 2018. – №8 (194). – С.19–24
- 5 Neal D. Dhore. Применение радия-223 дихлорида при метастатическом кастрационно-резистентном раке предстательной железы: точка зрения уролога. Перевод на русском языке // Urology. – 2015. – Vol. 85 (4). – P. 717-728
- 6 Ларенков А.А., Кодина Г.Е. Радионуклидная диагностика рака предстательной железы: позитронная эмиссионная томография с ⁶⁸Ga-PSMA-Ингибиторами и их фармразработка // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2017. – Т. 62, № 6. – С. 58–74
- 7 Костеников Н.А., Миролубова О.Ю., Дубровская В.Ф., Клестова О.В., Кованько Е.Г., Изотова Н.Н., Илющенко Ю.Р., Станжевский А.А. Возможности использования «натрия фторида, ¹⁸F» при неопухолевых поражениях костной ткани (экспериментальное исследование) // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2018. – Т. 63, № 1. – Р. 53–56
- 8 Ефимова И.Ю. Сцинтиграфическое исследование паращитовидной железы. В кн.: Национальное руководство по радионуклидной диагностике / под ред. Ю.Б. Лишманова, В.И. Чернова. – В 2-х т. – Томск: STT, 2010. – Т. 2. – С. 282-286
- 9 Ядерная медицина. Учебное пособие. В 2-х ч. Ч. II. Перевод с немец. / под ред. к.м.н. О.Е. Шлыгиной, А.Р. Борисенко/ Паращитовидная железа. – Алматы: «Sansam», 2008. – С. 49-51
- 10 Гигиенические нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 27 февраля 2015 года № 155. – 15 с. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31129210

REFERENCES

- 1 Tazhedinhov I. The problems of development of modern Nuclear medicine in Kazakhstan. *Meditsina (Almaty) = Medicina (Almaty)*. 2016;3(165):2-6 (In Russ.)
- 2 Tazhedinhov I, Amankulov ZhM, Seisembaeva GT, Khan OG. Radionuklide therapy – important direction of development of nuclear medicine in Kazakhstan. *Meditsina (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2017;7(181):2-8 (In Russ.)
- 3 Kaidarova DR, Adilbay DG, Amankulov ZhM, Adilbaev GB, et al. Perspectives of using nuclear medicine in diagnosis and treatment of thyroid cancer. I Radioiodablation is the first stage of radioiodotherapy of differentiated thyroid cancer. *Meditsina (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2018;6(192):21-26 (In Russ.)
- 4 Kaidarova DR, Adilbay DG, Amankulov ZhM, et al. Perspectives of using nuclear medicine in diagnosis and treatment of thyroid cancer. II Radioiodine therapy of recurrence and metastases of differentiated of thyroid cancer. *Meditsina (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2018;8(194):19-24 (In Russ.)
- 5 Neal D Dhore. Radium application - 223 Dichloride in Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer: Urologist's point of view. Translation in Russian. *Urologiia = Urology*. 2015;85(4):717-728 (In Russ.)
- 6 Larenkov AA, Kodina GE. Radionuclide Diagnosis of Prostate Cancer: Positron Emission Tomography with ⁶⁸Ga-PSMA Inhibitors and Their Pharmaceutical Development. *Meditsinskaia radiologiya i radiatsionnaia bezopasnost = Medical radiology and radiation safety*. 2017;62(6):58–74 (In Russ.)
- 7 Kostenikov NA, Mirolyubova OYu, Dubrovskaya VF, Klestova OV, et al. The Possibility of Using the Sodium-Fluoride, ¹⁸F at Non-Neoplastic Lesions of Bone Tissue (Experimental Study). *Meditsinskaia radiologiya i radiatsionnaia bezopasnost = Medical radiology and radiation safety*. 2018;63(1):53–56 (In Russ.)
- 8 Efimova IYu. Scintigraphic examination of the parathyroid gland. In: *Natsionalnoe rukovodstvo po radionuklidnoi diagnostike* [National guide on radionuclide diagnostics]. In II parts. Ed. YuB Lishmanov and VL Chernov. – part II. – Tomsk: STT; 2010:282-286
- 9 *Iadernaia meditsina. Uchebnoe posobie*. [Nuclear medicine. Tutorial]. Part II. Translation from German. Edited by OYe Shlygina, AR Borissenko. Parathyroids. Almaty; 2008: 49-51 p.
- 10 *Gigienicheskie normativy «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniia k obespecheniiu radiatsionnoi bezopasnosti» Utverzhdeny prikazom Ministra natsionalnoi ekonomiki Respubliki Kazakhstan ot 27 fevralia 2015 goda № 155*. [Hygienic standards "Sanitary and epidemiological requirements to ensure radiation safety", approved by the order of the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan №155 of 27.02.2015]. Available from: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31129210