

ВОЗМОЖНОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ОДНОФОТОННОЙ ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Л.К. АБДРАХМАН¹, Ж.М. АМАНКУЛОВ^{1,2}, Д.Р. КАЙДАРОВА^{1,2}, А.А. ИБРАЕВ¹,
А.К. САДИБЕКОВА¹, Ж.С. АБДРАСИЛОВА¹

¹АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан;

²НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им. С.Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан

АННОТАЦИЯ

Актуальность: Основные патологии щитовидной железы (ЩЖ) включают гипертиреоз, гипотиреоз, узловой зоб, аутоиммунные заболевания (АИТ) и рак. В Республике Казахстан наблюдается увеличение заболеваемости ЩЖ, требующее более эффективных методов диагностики и лечения.

Цель исследования – определение диагностической ценности количественных параметров однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с натрия пертехнетатом (^{99m}Tc) при патологиях щитовидной железы.

Методы: Материалы для исследования включали данные 112 пациентов. Количественная оценка ОФЭКТ ЩЖ проводилась с использованием гамма-камеры Philips Forte и радионуклидного препарата ^{99m}Tc. Для статистического анализа результатов использовали программное обеспечение SPSS версии 21.0 и Microsoft Office Excel, а также диаграммы boxplot для визуализации данных.

Результаты: В исследование было включено 112 пациентов, в т.ч. 96 (85,7%) женщины и 16 (14,3%) мужчины. Возраст участников находился в диапазоне от 10 до 89 лет, средний возраст составил 50,9 лет. Медиана введенной активности радиофармпрепарата (РФП) ^{99m}Tc составила 160 МБк.

Анализ показал, что большинство пациентов (37,5%) были старше 55 лет. Что касается распределения узлов ЩЖ, то у 47 (42%) пациентов были выявлены узловые образования, среди которых 25 (53,2%) были «горячими», 20 (42,6%) – «холодными» и 2 (4,3%) – «теплыми».

Классификация заболеваний ЩЖ у пациентов с узловым образованием показала, что 13 (27,7%) страдали диффузным зобом, 19 (40,4%) – узловым зобом, 12 (25,5%) – АИТ и 3 (6,4%) – раком ЩЖ.

Анализ распределения накопления РФП в ЩЖ в зависимости от диагноза показал, что медиана накопления РФП при раке составила 0,6, при АИТ – 1,15, а при диффузном и узловом зобе – примерно 1,5 и 1,7 соответственно.

Заключение: Наше исследование подтверждает важность количественных параметров ОФЭКТ для понимания разнообразных проявлений и патологических процессов в ЩЖ. Дальнейшие исследования могут улучшить стратегии диагностики и лечения этого заболевания, глубже изучив связь между этими параметрами и различными формами заболеваний ЩЖ.

Ключевые слова: щитовидная железа (ЩЖ), узел, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), радиофармпрепараты (РФП), накопление РФП, количественная оценка.

Введение: Заболевания щитовидной железы (ЩЖ) охватывают различные состояния, которые влияют на функцию, размер и структуру ЩЖ. Основными заболеваниями щитовидной железы являются гипертиреоз, гипотиреоз, узлы щитовидной железы, аутоиммунные заболевания и рак щитовидной железы (РЩЖ). Во всем мире примерно у 200 миллионов людей диагностированы заболевания ЩЖ. Распространенность гипертиреоза от 0,2% до 1,3%, в то время как распространенность гипотиреоза колеблется от 1% до 2%. А доля пальпируемых узлов щитовидной железы составляет от 4% до 7% [1]. Кроме того, по данным Международного агентства по изучению рака, отмечается постоянный рост рака щитовидной железы. К примеру, с 2020 года по 2022 год количество впервые выявленных случаев РЩЖ выросло в 1,4 раза (с 586 202 до 821 214) [2, 3].

В Республике Казахстан также наблюдается рост заболеваемости щитовидной железы. По данным Х.И. Кудабаяевой и соавторов, в 11 областях зарегистрированы очаги эндемического зоба [4]. В структуре онкологической заболеваемости доля РЩЖ составляет 1-3% и находится на 17 месте [5].

С развитием науки и технологий в медицине появляются новые методы диагностики. Ультразвуковое исследование (УЗИ) все еще является основным методом исследования ЩЖ [6]. В 19-67% случаев УЗИ чувствителен к узловым образованиям ЩЖ, однако он имеет ограничения в дифференциации доброкачественных и злокачественных новообразований. Тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия (ТАПБ) является обязательной частью обследования для оценки узловых новообразований [7]. Она отличается высокой чувствительностью и специфичностью, что является её сильной стороной. А в целях визуализации функциональной активности ЩЖ используется сцинтиграфия или однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). С помощью этого метода можно оценить функцию ЩЖ, определить количество, расположение и виды очагов. Перед ТАПБ целесообразно рекомендуют выполнить сцинтиграфию или ОФЭКТ, который позволяет отобрать пациентов с нефункционирующими «холодными» узлами.

Цель исследования – определение диагностической ценности количественных параметров однофотонной

эмиссионной компьютерной томографии с натрия пертехнетатом (^{99m}Tc) при патологиях щитовидной железы.

Материалы и методы: Для данного ретроспективного исследования были собраны данные 112 пациентов, проходивших исследование ЩЖ с 2016 по 2023 годы в отделении радиологии и ядерной медицины Казахского научно-исследовательского института онкологии и радиологии (КазНИИОР, Алматы, Казахстан). Собранные данные включали в себе результаты ОФЭКТ, УЗИ и ТАПБ, также данные о проведенной терапии и результаты послеоперационного гистологического исследования.

ОФЭКТ исследование проводилось согласно рекомендациям Европейского общества ядерной медицины (EANM) по проведению сцинтиграфии и ОФЭКТ ЩЖ [8]. Пациенты, проходившие исследования ЩЖ, имели при себе направление от врача. При записи на прием пациенты получали подробную информацию об исследовании, включая подготовку к нему. Противопоказания к проведению исследования были беременность и грудное кормление.

ОФЭКТ ЩЖ выполнялась с помощью гамма-камеры Philips Forte, оснащенный коллиматором высокой энергии или коллиматором pinhole, центрированным на фотопике с энергией 140 кэВ. Для исследования использовался радионуклидный препарат ^{99m}Tc . Доза активности рассчитывалась индивидуально для каждого пациента из расчета 1-1,5 МБк активности / 1 кг массы тела. Для расчета введенной дозы шприц с препаратом измерялся на погружном дозкалибраторе, а также непосредственно гамма-камерой до и после введения. Исследование проводили через 10-15 минут после вве-

дения ^{99m}Tc , в положении пациента «лежа на спине» с запрокинутой назад головой. Изображение получали в течение 3 минут согласно стандартному протоколу исследования гамма-камеры. В результате сканирования оценивались такие показатели как размер ЩЖ, равномерность поглощения РФП, локальные очаги повышенного или пониженного накопления РФП. Узлы в ЩЖ обозначают что сформировалось очаговое образование. Узловые образования ЩЖ классифицировались в зависимости от степени накопления РФП. Согласно принятым стандартом узловые образования классифицировались как: «холодные» – не накапливающие РФП, «теплые» – с накоплением РФП эквивалентным ткани ЩЖ и «горячие» (автономные) – с накоплением выше окружающих тканей ЩЖ. Результаты исследования интерпретировались двумя врачами ядерной медицины Отделения радиологии и ядерной медицины АО «КазНИИОР» (Алматы, Казахстан).

Статистический анализ результатов проводился с помощью boxplot и были использованы такие показатели как медиана, среднее арифметическое, стандартное отклонение. Все полученные при исследовании данные прошли статистическую обработку. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения SPSS версии 21.0 и Microsoft Office Excel.

Результаты: За период с 2016 по 2023 годы в отделении радиологии и ядерной медицины КазНИИОР было проведено 112 ОФЭКТ исследований ЩЖ с ^{99m}Tc . В процессе исследования были собраны демографические переменные такие как пол, возраст, национальность (таблица 1).

Таблица 1 – Демографическая характеристика участников исследования

Категория	Подгруппа	Абсолютный показатель	Процентный показатель
Пол	Мужчины	16	14,3%
	Женщины	96	85,7%
Возраст	0-24	5	4,5%
	25-34	17	15,2%
	35-44	23	20,5%
	45-54	25	22,3%
	55<	42	37,5%
Этническая группа	Казахи	63	56,25%
	Русские	31	27,69%
	Дунгане	2	1,79%
	Украинцы	1	0,89%
	Корейцы	2	1,79%
	Уйгуры	3	2,68%
	Татары	4	3,57%
	Курды	1	0,89%
	Азербайджанцы	1	0,89%
Киргизы	1	0,89%	

Как видно из таблицы 1, основную часть пациентов составили женщины 96 из 112 (85,7%). Возраст пациентов варьировал от 10 до 89 лет. В возрастном диапазоне преобладала группа старше 55 лет 42 (37,5%). Средний возраст всех пациентов составил 50,9 лет, у мужчин – 44,8 лет, а у женщин – 51,4 года. Из этнической группы наибольшее количество пациентов были казахи и составили 56,25%.

Медиана введенной активности РФП во время исследования было ^{99m}Tc – 160 МБк (60-260 МБк). Распределения накопления РФП в ЩЖ в зависимости от пола было визуализировано с помощью boxplot анализа. В результате, минимальное значение накопления РФП у женщин и у мужчин были одинаковы 0,1, максимальное значение 13,8 и 9,1 соответственно. Медиана у первой группы, то есть у женщин была 1,2, а у

второй группы меньше на 33,3% (0,8). Нижние и верхние квартили у женщин 0,6 и 2,3, а у мужчин 0,4 и 1,6 (рисунок 1).

Во время исследования ЩЖ были выявлены узловые образования. Характеристика выявленных узлов ЩЖ представлена в таблице 2.

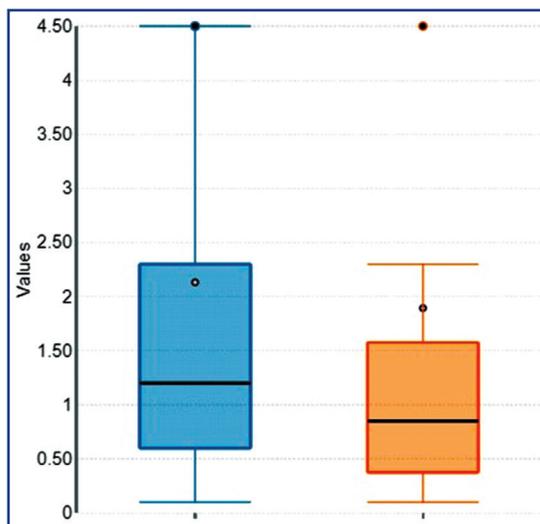


Рисунок 1 – Накопление РФП ^{99m}Tc в ЩЖ у мужчин и женщин

Таблица 2 – Распределение узлов ЩЖ в зависимости от накопления ^{99m}Tc

Группа	Категория	Абсолютный показатель	Процентный показатель
Наличие узлов	Есть	47	41,96%
	Нет	65	58,04%
Классификация узлов	Горячий	25	53,2%
	Теплый	2	4,3%
	Холодный	20	42,6%
Расположение узлов	Левая доля	15	31,9%
	Правая доля	25	53,2%
	Перешеек	3	6,4%
	Левая/правая доли	4	8,5%

Из таблицы 2 можно видеть, что узловые образования были выявлены у 47 (42%) пациента, из которых 25 (53,2%) являются «горячими», 2 (4,3%) узла «теплыми» и 20 (42,6%) узлов «холодными». Больше половины узлов располагались в правой доле 25 (53,2%), в левой

доле только 15 (31,9%). Расположение узла в перешейке составило 6,4%, а в обеих долях 8,5%.

Категоризация узлов проводилась путем визуальной качественной оценки степени накопления РФП (рисунок 2).

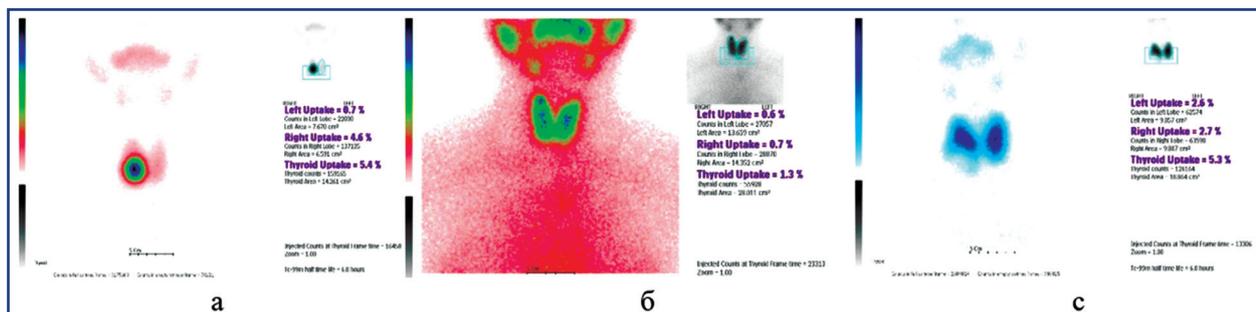


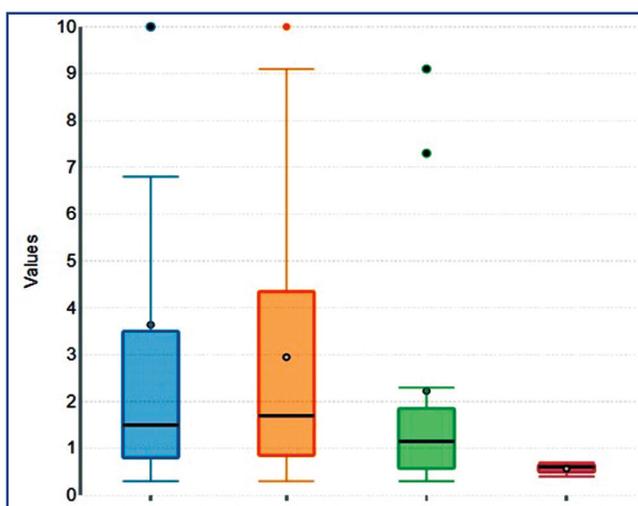
Рисунок 2 – Снимки ЩЖ: а) «горячий» узел, б) «теплый» узел, в) «холодный» узел

Пациенты с узловыми образованиями были классифицированы на 4 группы по заболеванию ЩЖ: диффузный зоб, узловой зоб, аутоиммунный тиреоидит (АИТ) и рак ЩЖ (РЩЖ) (таблица 3).

Количество пациентов с раком ЩЖ составило 6,4%, а количество с диффузным зобом и АИТ примерно одинаково, 27,7% и 25,5% соответственно и наибольшая часть пациентов была с узловым зобом 40,4% (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация узловых образований ЩЖ

Группа заболеваний	Абсолютный показатель	Процентный показатель
Диффузный зоб	13	27,7%
Узловой зоб	19	40,4%
Аутоиммунный тиреоидит	12	25,5%
Рак щитовидной железы	3	6,4%



Примечание: Ось У – Значения; Диаграммы (слева направо): диффузный зоб, узловой зоб, аутоиммунный тиреоидит, рак щитовидной железы
Рисунок 3 – Накопление РФП в ЩЖ по диагнозам

Таблица 4 – Сводные данные

Группы	Кол-во	Мин.	Q1	Медиана	Q3	Макс.	Среднее значение	Стандартное отклонение
Диффузный зоб	13	0,3	0,8	1,5	3,5	13,8	3,6385	4,6543
Узловой зоб	19	0,3	0,85	1,7	4,35	10,2	2,9474	2,8899
Аутоиммунный тиреоидит	12	0,3	0,575	1,15	1,85	9,1	2,225	2,8794
Рак щитовидной железы	3	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,5667	0,1528

Распределения накопления РФП в ЩЖ в зависимости от заболевания можно увидеть на рисунке 3 и в таблице 4.

Анализ количественных показателей ОФЭКТ показал, что медиана накопления РФП при РЩЖ составила 0,6 (среднее значение – 0,7). Тогда как при АИТ показатель был в 2 раза выше (1,15). А при диффузном и узловом зобе медианы накопления РФП примерно были одинаковы – 1,5 и 1,7 соответственно (рисунок 3).

Обсуждение: В рамках нашего исследования мы изучили данные ОФЭКТ ЩЖ за период с 2016 по 2023 годы, выполненные в отделении радиологии и ядерной медицины КазНИИОР. В ходе проведенных 112 исследований ЩЖ было выявлено, что 85,7% (96) участников были женщины, в то время как мужчины составили 14,3% (16). В исследованиях G.В. Morand, N. Bilen, С. Gong и соавт. можно заметить, что в среднем 78% пациентов были женщины [9-11]. Также по данным GCO число женщин с РЩЖ больше чем мужчин, к примеру 2022 году число превышало 2,98 раза [3]. Половой дисбаланс в нашем исследовании, вероятно, отражает высокую частоту заболеваний ЩЖ среди женского населения. Существует несколько причин, на которых может быть основано объяснение различия. Эстрогенная среда и циклический характер гормональных изменений у женщин является сильным стимулятором дисфункций щитовидной железы у женщин. Первостепенное значение имеет то, что заболевания щитовидной железы являются наиболее распространенными эндокринными факторами, влияющими на женщин репродуктивного возраста [12-15].

Анализ возрастного распределения пациентов позволяет увидеть, что исследования щитовидной железы с ОФЭКТ проводились в широком возрастном диапазоне – от 10 до 89 лет. В наших исследованиях наибольшее количество пациентов сосредоточено в возрастных группах 35-44 лет и выше 55 лет. В работе N. Kwong и соавторов

узловые заболевания ЩЖ у пациентов самой старшей группы (>70) увеличилось на 0,7 порядка [16]. По наблюдению GCO 2022 года РЩЖ больше выявился у возрастной группы выше 55 [3]. Это может свидетельствовать о повышенной потребности в данном виде диагностики в более старшем возрасте.

Касательно результатов исследования о распределении накопления РФП в ткани ЩЖ в зависимости от пола, следует обсудить несколько ключевых аспектов. Во-первых, заметно, что минимальные значения накопления РФП у женщин и мужчин одинаковы и составляют 0,1, что свидетельствует о сходстве в начальных уровнях активности щитовидной железы у обоих полов. Во-вторых, различия становятся более заметными при анализе максимальных значений: у женщин наблюдается максимальное значение 13,8, тогда как у мужчин – 9,1 и указывает на разнообразие в патологических процессах или метаболических характеристиках, связанных с активностью щитовидной железы у разных полов. Третье важное наблюдение касается медианы. У женщин медианное значение накопления РФП составляет 1,2, в то время как у мужчин это значение ниже на 33,3%, и составляет 0,8. Это указывает на потенциальные различия в характере распределения активности щитовидной железы между полами.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают потенциальные различия в активности щитовидной железы между мужчинами и женщинами, что может иметь клиническое значение при оценке функции железы и возможных патологических процессов. Дальнейшие исследования могут сосредоточиться на выявлении причин этих различий и их клиническом значении для понимания болезней ЩЖ.

Исследование характеристик узлов ЩЖ предоставляет ценную информацию о разнообразных прояв-

ниях этого заболевания. Отмечается, что у 42% пациентов были обнаружены узловые образования, среди которых большинство были классифицированы как «горячие», что составляет 53,2% от обнаруженных узлов. В ранее проведенных исследованиях удельный вес горячих узлов ЩЖ, выявленных при ОФЭКТ варьировал в пределах 8-72% [17-21]. Многие авторы в своих исследовательских работах, сравнивая результаты предоперационной исследования ОФЭКТ и гистологии, пришли к заключению что «холодные узлы» в большинстве являются злокачественными, в то время как «горячие узлы» доброкачественные [22]. Однако ряд исследований показывает, что это не всегда так, и 11,5% горячих узлов оказываются злокачественными, при этом показатель у холодного узла только 5-8%, в некоторых исследованиях было 25%. Радионуклидная диагностика имеет ограничение в дифференцировании доброкачественных образований от злокачественных.

Анализ распределения узлов по долям ЩЖ показал более высокую частоту локализации в левой доле (53,2%). Однако, согласно работам других авторов, расположение узлов зависимости от полюса является более значительной информацией [23,24].

Классификация заболеваний ЩЖ среди пациентов с узловыми образованиями позволяет нам лучше понять их клинические проявления. Выявлено, что наиболее распространенными заболеваниями ЩЖ в когорте пациентов нашего исследования являлись узловой зоб (40%) и диффузный зоб (27,7%).

При диффузном зобе ЩЖ увеличивается равномерно, при узловом зобе в ЩЖ наблюдаются одно или несколько узловых образований, а одновременное их сочетание отмечается при диффузно-узловом зобе. Интересно отметить, что медиана накопления РФП в двух этих случаях не сильно различается. При этом, у пациентов с АИТ показатель накопления РФП был ниже, чем при диффузном зобе, но в два раза выше, чем при РЦЖ.

УЗИ широко используется в качестве первичного метода обследования при заболеваниях ЩЖ. Однако, возможности УЗИ могут быть ограничены при дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных узлов [25,26]. Обычно для дифференциальной диагностики образований ЩЖ ТАПБ является «золотым стандартом» [27,28], а ОФЭКТ используется для диагностики зоба ЩЖ в определенных случаях. Этот метод может помочь определить размер и формы зоба, его активность и распространение. По этой причине важно их комбинированное применение [29]

Для стратификации риска функциональных заболеваний ЩЖ количественная ОФЭКТ/КТ считается полезной. Из анализа количественных данных ОФЭКТ становится очевидным, что при РЦЖ уровень накопления РФП был заметно ниже, чем у остальных групп. Это может быть обусловлено снижением способности ЩЖ концентрировать йод при некоторых видах злокачественных новообразований [30]. Учитывая схожесть технеция и йода по физическим и химическим свойствам, захват технеция также снижается [28].

В случае АИТ этот показатель вырос вдвое, достигнув 1,15. При диффузном и узловом зобе медианные показатели накопления РФП были примерно равны и составили 1,5 и 1,7, соответственно.

В работе Н. Lee и соавторов было показано, что при диффузном зобе количественные параметры ОФЭКТ/КТ были самыми высокими, при эутиреоидном состоянии – ниже, а при тиреоидите данный показатель был самым низким ($p < 0,0001$). Работа продемонстрировала, что количественная оценка ОФЭКТ/КТ является более точной, чем качественная оценка накопления РФП, которая считается основным методом [31]. В работе Н.К. Kim и соавторов процент поглощения РФП также был более значимым при обнаружении эутиреоза и позволял отличить деструктивный тиреоидит от эутиреоидного состояния [32].

Таким образом, результаты нашего исследования показали, что количественные параметры ОФЭКТ информативны при дифференциации РЦЖ от других патологий ЩЖ, однако метод имеет более низкую диагностическую точность в дифференциальной диагностике между неонкологическими патологиями ЩЖ. Дальнейшие исследования могут углубить понимание взаимосвязи между количественными параметрами ОФЭКТ и различной патологией ЩЖ, что позволит помочь разработать более эффективные стратегии диагностики и лечения заболеваний ЩЖ.

Список использованных источников:

- Zhang X., Wang X., Hu H., Qu H., Xu., Li Q. Prevalence and Trends of Thyroid Disease Among Adults, 1999-2018 // *Endocrine Pract.* – 2023. – Vol.29(11). – P. 875-880. <https://doi.org/10.1016/j.eprac.2023.08.006>.
- Pizzato M., Li M., Vignat J., Laversanne M., Singh D., La Vecchia C., Vaccarella S. The epidemiological landscape of thyroid cancer worldwide: GLOBOCAN estimates for incidence and mortality rates in 2020 // *Lancet Diabetes Endocrinol.* – 2022. – Vol.10(4). – P. 264-272. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(22\)00035-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(22)00035-3).
- Bray F., Laversanne M., Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Soerjomataram I., Jemal A. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries // *CA Cancer J Clin.* – 2024. – Vol.74, № 3. – P. 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- Кудобаева Х.И., Базаргалиев Е.Ш., Кошмаганбетова Г.К. О проблеме йододефицитных состояний в Республике Казахстан // *West Kazakhstan Med. J.* – 2013. – №3 (39). – С. 18-23 [Kudobaeva X.I., Bazargaliev E.Sh., Koshmaganbetova G.K. O probleme joddeficitnykh sostoyaniy v Respublike Kazaxstan // *West Kazakhstan Med. J.* – 2013. – №3 (39). – S. 18-23 (in Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-probleme-yoddefitsitnyh-sostoyaniy-v-respublike-kazakhstan>
- Кайдарова Д.Р., Кайбаров М.Э. Эпидемиологические аспекты рака щитовидной железы в республике Казахстан // *Онкология и радиология Казахстана.* – 2016. – № 41 (3). – С. 165-169 [Kaidarova D.R., Kaibarov M.E. Epidemiologicheskie aspekty raka shhitovidnoy zhelezy v respublike Kazaxstan // *Onkologiya i radiologiya Kazaxstana.* – 2016. – № 41 (3). – S. 165-169 (in Russ.)]. http://oncojournal.kz/wp-content/uploads/2016/2016.3.41_12.pdf
- Chen J., You H., Li K. A review of thyroid gland segmentation and thyroid nodule segmentation methods for medical ultrasound images // *Comput Methods Programs Biomed.* – 2020. – P.105329. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105329>
- Качко В.А., Семкина Г.В., Платонова Н.М., Ванушко В.Э., Абросимов А.Ю. Диагностика новообразований щитовидной железы // *Эндокринная хирургия.* – 2018. – №12(3). – С.109-127 [Kachko V.A., Semkina G.V., Platonova N.M., Vanushko V.E., Abrosimov A.Yu. Diagnostika novoobrazovaniy shitovidnoy zhelezy // *E'ndokrin'naya xirurgiya.* – 2018. – №12(3). – S.109-127. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14341/serg9977>
- Giovanella L., Avram A.M., Iakovou I., Kwak J., Lawson S.A., Lulaj E., Luster M., Piccardo A., Schmidt M., Tulchinsky M., Verburg F.A., Wolin E. EANM practice guideline/SNMMI procedure standard for RAIU and thyroid scintigraphy // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* – 2019. – Vol.46(12). – P.2514-2525. <https://doi.org/10.1007/s00259-019-04472-8>
- Morand G.B., Tessler I., Krasner J., Pusztaszeri M.P., Yamin T., Gecl N.A., Avior G., Payne R.J. Investigation of genetic sex-specific molecular profile in well-differentiated thyroid cancer: Is there a difference between females and males? // *Clin. Otolaryngol.* – 2023. – Vol. 48(5). – P.748-755. <https://doi.org/10.1111/coa.14075>
- Bilen N., Gokalp M.A., Yilmaz L., Aytakin A., Baskonus I. Analysis of intraoperative laboratory measurements and imaging techniques such as Tc-99 m-MIBI SPECT/CT, 18F-fluorocholine PET/CT and ultrasound in patients operated with prediagnosis of parathyroid adenoma // *Ir. J. Med. Sci.* – 2023. – Vol.192(4). – P.1695-1702. <https://doi.org/10.1007/s11845-022-03215-3>

11. Gong C., Zhang Y., Feng F., Hu M., Li K., Pi R., Shu H., Tang R., Wang X., Tan S., Hu F., Hu J. The determination of the optimal threshold on measurement of thyroid volume using quantitative SPECT/CT for Graves' hyperthyroidism // *EJNMMI Phys.* – 2024. – Vol.11(1). – P. 4. <https://doi.org/10.1186/s40658-023-00608-w>
12. Saidi S., Iliani Jaafar SN., Daud A., Musa R., Nik Ahmad NNF. Relationship between levels of thyroid stimulating hormone, age, and gender, with symptoms of depression among patients with thyroid disorders as measured by the Depression anxiety stress scale 21 (DASS-21) // *Enferm. Clin.* – 2018. – Vol. 28 (1). – P. 180-183. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:1705517>
13. Bojar I., Owoc A., Gujski M., Witczak M., Gnatowski M., Walecka I. Functional status of thyroid and cognitive functions after menopause // *Med. Sci. Monit.* – 2015. – Vol. 21. – P. 1625-1633. <https://doi.org/10.12659/2FMSM.892880>
14. Korevaar T., Medici M., Visser T.J., Peeters R.P. Thyroid disease in pregnancy: new insights in diagnosis and clinical management // *Nat. Rev. Endocrinol.* – 2017. – Vol. 13(10). – P. 610-622. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.93>
15. Sabuncuoğlu O. High rates of same-sex attraction/gender non-conformity in the offspring of mothers with thyroid dysfunction during pregnancy: proposal of prenatal thyroid model // *Ment. Illn.* – 2015. – Vol. 7(2). – Art. no. 5810. <https://doi.org/10.4081/mi.2015.5810>
16. Kwong N., Medici M., Angell TE., Liu X., Marqusee E., Cibas ES., Krane JF., Barletta JA., Kim M., Larsen PR., Alexander EK. The Influence of Patient Age on Thyroid Nodule Formation, Multinodularity, and Thyroid Cancer Risk // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2015. – Vol. 100(12). – P. 4434-4440. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-3100>
17. Chang D.J., Lippman S.S., Semrad A.M., Volpp B., Swislocki A.L.M. Prevalence of Suspicious Ultrasound Features in Hot Thyroid Nodules // *Fed. Pract.* – 2018. – Vol. 35(4). – P. 46-48. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6375418/pdf/fp-35-5s-s46.pdf>
18. Lee H., Kim J.H., Kang Y.K., Moon J.H., So Y., Lee W.W. Quantitative single-photon emission computed tomography/computed tomography for technetium pertechnetate thyroid uptake measurement // *Medicine (Baltimore)*. – 2016. – Vol. 95(27). – Art. no. 4170. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004170>
19. Baser H., Topaloglu O., Bilginer M.C., Ulusoy S., Kilicarslan A., Ozdemir E., Ersoy R., Cakir B. Are cytologic and histopathologic features of hot thyroid nodules different from cold thyroid nodules? // *Diagn. Cytopathol.* – 2019. – Vol. 47 (9). – P. 898-903. <https://doi.org/10.1002/dc.24251>
20. Sergieva S., Dimcheva M., and Robev B. SPECT-CT in diagnosis of thyroid nodularity and retrosternal goiter // *Journal of Nuclear Medicine*. – 2014. – 55(1). – P.97-99. https://jnm.snmjournals.org/content/55/supplement_1/1940.short
21. Lau L.W., Ghaznavi S., Frolkis A.D., Stephenson A., Robertson H.L., Rabi D.M., Paschke R. Malignancy risk of hyperfunctioning thyroid nodules compared with non-toxic nodules: systematic review and a meta-analysis // *Thyroid Res.* – 2021. – Vol.14 (1). – P.3. <https://doi.org/10.1186/s13044-021-00094-1>
22. Максимова Н.А., Арзамасцева М.А., Агаркова Е.И., Енгибарян М.А. Возможность однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с рентгеновской компьютерной томографией, в диагностике объемных образований шеи // *Казанский медицинский журнал*. – 2018. – №99(2). – С. 330-336 [Maksimova N.A., Arzamasceva M.A., Agarkova E.I., Engibaryan M.A. Vozmozhnosti odnofotonnoj emissionnoj komp'yuternoj tomografii, sovmeshchennoj s rengenovskoj kom'yuternoj tomografiej, v diagnostike ob'emnyh obrazovanij shei // *Kazanskij medicinskij zhurnal*. – 2018. – №99(2). – S. 330-336 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/KMJ2018-330>
23. Ramundo V., Lamartina L., Falcone R., Ciotti L., Lomonaco C., Bifoni M., Giacomelli L., Maranghi M., Durante C., Grani G. Is thyroid nodule location associated with malignancy risk? // *Ultrasonography*. – 2019. – Vol.3 8(3). – P. 231-235. <https://doi.org/10.14366/usg.18050>
24. Zhang F., Oluwo O., Castillo F.B., Gangula P., Castillo M., Farag F., Zakaria S., Zahedi T. Thyroid Nodule Location on Ultrasonography as a Predictor of Malignancy // *Endocr. Pract.* – 2019. – Vol. 25(2). – P.131-137. <https://doi.org/10.4158/EP-2018-0361>
25. Жигимонт А.В., Верховодко А.И., Мосин О.В. Диагностические возможности сцинтиграфии при узловых образованиях щитовидной железы // *Мат-лы Всеросс. Науч. форума студентов с межд. уч. «Студенческая наука-2020»*. – 2020. – Т. 3. – P. 137-138 [Zhigimont A.V., Verhovodko A.I., Mosin O.V. Diagnosticheskie vozmozhnosti scintigrafii pri uzlovyyh obrazovaniyakh shchitovidnoj zhelezy // *Mat-ly Vseross. Nauch. foruma studentov s mezhd. uch. «Studencheskaya nauka-2020»*. – 2020. – Т.3. – S. 137-138 (in Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnosticheskie-vozmozhnosti-stsintigrafii-pri-uzlovyyh-obrazovaniyakh-schitovidnoy-zhelezy>
26. Жигимонт А.В., Патуюо Е.О., Гулинская О.В., Верховодко А.И., Мосин О.В. Радионуклидная сцинтиграфия в комплексном исследовании узловой патологии щитовидной железы // *Сб. тез. VII Всеросс. Конф. Мол. Уч. и студентов с межд. уч.: мат-лы конф. – Нижний Новгород, 2021. – С. 643-645 [Zhigimont A.V., Patuyoo E.O., Gulinskaya O.V., Verhovodko A.I., Mosin O.V. Radionuklidnaya scintigrafiya v kompleksnom issledovanii uzlovoj patologii shchitovidnoj zhelezy // *Sb. tez. VII Vseross. Konf. Mol. Uch. i studentov s mezhd. uch.: mat-ly konf. – Nizhnij Novgorod, 2021. – S. 643-645 (in Russ.)]. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47162934**
27. Криволапов Д.С., Ромащенко П.Н., Майстренко Н.А., Бойков И.В., Вшивцев Д.О. Возможности динамической двухиндикаторной сцинтиграфии щитовидной железы в дифференциальной диагностике узловых образований // *Инновационные технологии в эндокринологии: сб. тез. IV (XXVII) Нац. конгресса эндокринологов с межд. уч. – Москва, 2021. – С. 300 [Krivolapov D.S., Romashchenko P.N., Majstrenko N.A., Bojkov I.V., Vshivcev D.O. Vozmozhnosti dinamicheskoy dvuhindikatornoj scintigrafii shchitovidnoj zhelezy v differencial'noj diagnostike uzlovyyh obrazovanij // *Innovacionnye tekhnologii v e'ndokrinologii: sb. tez. IV (XXVII) Nac. kongressa e'ndokrinologov s mezhd. uch. – Moskva, 2021. – S. 300 (in Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=47313525&pf=1**
28. Миронов С.П., Сергиенко В.Б. Сцинтиграфия при узловой патологии щитовидной железы // *Вестник рентгенологии и радиологии*. – 2022. – Т. 103(4-6). – С. 108-116 [Mironov S.P., Sergienko V.B. Scintigrafiya pri uzlovoj patologii shchitovidnoj zhelezy // *Vestnik rentgenologii i radiologii*. – 2022. – Т. 103(4-6). – С. 108-116 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-4-6-108-116>
29. Елишев В.Г., Хуснутдинов Р.Д., Ершова Е.В. Роль радиоизотопной диагностики в выявлении патологии щитовидной железы // *Тюмен. Мед. Журн.* – 2013. – Т. 15(4). – С. 138-147 [Elishev V.G., Husnutdinov R.D., Ershova E.V. Rol' radioizotopnoj diagnostiki v vyyavlenii patologii shchitovidnoj zhelezy // *Tyumen. Med. Zhurn.* – 2013. – Т. 15(4). – S. 138-147 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/ket12240>
30. Якубовский С. В. Заболевания щитовидной и околощитовидных желез: учебно-методическое пособие. – Минск: БГМУ, 2018. – 40 с. [Yakubovskij S. V. Zabolevaniya shchitovidnoj i okoloschitovidnyh zhelez: uchebno-metodicheskoe posobie. – Minsk: BGMU. – 2018. – 40 s. (in Russ.)]. <https://rep.bsmu.by/handle/BSMU/21761>
31. Lee H., Kim J.H., Kang Y.K., Moon J.H., So Y., Lee W.W. Quantitative single-photon emission computed tomography/computed tomography for technetium pertechnetate thyroid uptake measurement // *Medicine (Baltimore)*. – 2016. – Vol. 95(27). – Art. no. e4170. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000004170>
32. Kim J.Y., Kim J.H., Moon J.H., Kim K.M., Oh T.J., Lee D.H., So Y., Lee W.W. Utility of Quantitative Parameters from Single-Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography in Patients with Destructive Thyroiditis // *Korean J. Radiol.* – 2018. – Vol. 19(3). – P. 470-480. <https://doi.org/10.3348/kjr.2018.19.3.470>

АНДАТПА

ҚАЛҚАНША БЕЗІНІҢ АУРУЛАРЫН ДИАГНОСТИКАЛАУДА БІР ФОТОНДЫ ЭМИССИЯЛЫҚ КОМПЬЮТЕРЛІК ТОМОГРАФИЯНЫҢ САНДЫҚ БАФАЛАУЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ

Л.Қ. Абдрахман¹, Ж.М. Аманкулов^{1,2}, Д.Р. Кайдарова^{1,2}, А.А. Ибраев¹, А.Қ. Сәдібекова¹, Ж.С. Әбдрасилова¹

¹«Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институты» АҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы;
²«С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті» КЕАҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы

Өзектілігі: Қалқанша безінің негізгі патологияларына гипертиреоз, гипотиреоз, түйінді зоб, аутоиммунды аурулар және қатерлі ісік жатады. Қазақстан Республикасында диагностика мен емдеудің неғұрлым тиімді әдістерін талап ететін ҚБ ауруымен ауыратын науқастар санының артуы байқалады.

Зерттеудің мақсаты – ҚБ-нің патологиясын зерттеу кезінде натрий пертехнетатын (^{99m}Tc) қолданып БФЭКТ-ның сандық параметрлерінің диагностикалық мәнін анықтау болып табылады.

Әдістері: Зерттеу барысында 112 науқастың деректері қамтылды. ҚБ-дің сцинтиграфиясы Philips Forte гамма камерасы және радионуклидті препарат – ^{99m}Tc көмегімен жүргізілді. Нәтижелердің статистикалық талдауы кезінде, boxplot диа-

рамасы көмегімен деректер визуализацияланды және SPSS-тің 21.0 нұсқасы мен Microsoft Office Excel бағдарламалық құралы пайдаланылды.

Нәтижелері: 112 науқастардың 96 (85,7%) әйелдер, 16 (14,3%) ер адамдар болды. Зерттеу жүргізілген науқастардың жасы 10-нан 89 жас аралығында болды, ал орташа жасы 50,9 құрады. Енгізілген радиофармдәрінің (РФД) ^{99m}Tc-дің белсенділігінің медианасы 160 МБк құрады.

Талдау ҚБ-інің БФЭКТ-лық зерттеуінен өткен науқастардың үлкен үлесі 55 жастан асқан (37,5%) жас тобы екенін көрсетті. ҚБ-інің түйіндерінің таралуына келетін болсақ, 47 (42%) науқаста түйінді түзілімдер болды, оның ішінде 25 (53,2%) «ыстық», 20 (42,6%) «суық» және 2 (4,3%) – «жылы» болды.

ҚБ-нің Түйінді формациясы бар науқастардың жіктелуінде: 13 (27,7%) диффузды зобпен, 19 (40,4%) – түйінді зобпен, 12 (25,5%) – аутоиммунды тиреоидитпен (АИТ) және 3 (6,4%) – қатерлі ісікпен ауырғанын көрсетті.

Диагнозға байланысты ҚБ-де РФД-тің жинақталуының таралуын талдау кезінде, препараттың жинақталу медианасы қатерлі ісік кезінде 0,6, АИТ-те – 1,15, ал диффузды және түйінді зобта сәйкесінше 1,5 және 1,7-ні құрайтыны анықталды.

Қорытынды: Біздің зерттеуіміз ҚБ-дегі әртүрлі білінулер мен патологиялық процестерді түсіну үшін БФЭКТ сандық параметрлерінің маңыздылығын растайды.

Түйінді сөздер: қалқанша безі, түйін, бір фотонды эмиссиялық компьютерлік томография (БФЭКТ), радиофармдәрі (РФД), РФД-тің жинақталуының, сандық бағалау.

ABSTRACT

THE POSSIBILITIES OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF SINGLE-PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF THYROID DISEASES

L.K. Abdрахман¹, J.M. Аманкулов^{1,2}, D.R. Кайдарова^{1,2}, A.A. Ибраев¹, A.K. Садибекова¹, Zh.S. Абдраилова¹

¹«Kazakh Institute of Oncology and Radiology» JSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan;

²«Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NCJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan

Relevance: The main pathologies of the thyroid gland (TG) include hyperthyroidism, hypothyroidism, nodular goiter, autoimmune diseases (AIT), and cancer. An increase in morbidity from TG pathologies in the Republic of Kazakhstan requires more efficient diagnostic and treatment methods.

The study aimed to determine the diagnostic value of SPECT with sodium pertechnetate (^{99m}Tc) quantitative parameters in TG pathologies.

Methods: The study involved 112 patients. SPECT assessment of the TG was carried out using a Philips Forte gamma camera and a radionuclide drug - ^{99m}Tc. A boxplot diagram was used for statistical analysis of the results, with which the data was visualized, as well as SPSS software version 21.0 and Microsoft Office Excel.

Results: Of the 112 patients, 96 (85.7%) were women, and 16 (14.3%) were men. The participants were aged from 10 to 89 years, with a mean age of 50.9 years. The median administered activity of the ^{99m}Tc was 160 MBq. The analysis showed that the largest proportion of patients with SPECT studies of the TG were in the age group over 55 years (37.5%). Regarding the distribution of thyroid nodules, 47 (42%) patients had nodular formations, including 25 (53.2%) "hot," 20 (42.6%) "cold," and 2 (4.3%) "warm." Classification of thyroid diseases in patients with nodular formation showed that 13 (27.7%) suffered from diffuse goiter, 19 (40.4%) had nodular goiter, 12 (25.5%) had AIT, and 3 (6.4%) patients had cancer. Analysis of the distribution of radiopharmaceutical accumulation in the TG depending on the diagnosis showed that the median accumulation of radiopharmaceuticals in cancer was 0.6, in AIT - 1.15, and in diffuse and nodular goiter - approximately 1.5 and 1.7, respectively.

Conclusion: Our study confirms the importance of quantitative SPECT parameters for understanding the various manifestations and pathological processes in the TG. Future research may improve diagnostic and treatment strategies for this disease by further exploring the relationship between these parameters and various forms of thyroid cancer.

Keywords: Thyroid gland, node, single-photon emission computed tomography (SPECT), radiopharmaceuticals, radiopharmaceutical accumulation, quantitative assessment.

Прозрачность исследования: Авторы несут полную ответственность за содержание данной статьи.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Работа выполнена в рамках НТП BR24992933 "Разработка и внедрение диагностических моделей, технологий лечения и реабилитации для больных с онкологическими заболеваниями" (ПЦФ МОН РК).

Вклад авторов: вклад концепцию – Кайдарова Д.Р., Аманкулов Ж.М.; научный дизайн – Кайдарова Д.Р., Аманкулов Ж.М.; исполнение заявленного научного исследования – Абдрахман Л.К., Ибраев А.А.; интерпретация заявленного научного исследования – Абдрахман Л.К., Садибекова А.К., Абдраилова Ж.С.; создание научной статьи – Абдрахман Л.К., Ибраев А.А., Аманкулов Ж.М.

Сведения об авторах:

Абдрахман Л.К. (корреспондирующий автор) – м.е.н., медицинский физик, АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан; тел. +77789358317, e-mail: lyazzat.abdrahmanova.98@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-6275-6688;

Аманкулов Ж.М. – PhD, заведующий Отделением радиологии и ядерной медицины, АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», преподаватель кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им. С.Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан; тел. +77013514213, e-mail: zhandos.amankulov@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7389-3119;

Кайдарова Д.Р. – д.м.н., профессор, академик НАН РК, Председатель Правления АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», заведующая кафедрой онкологии НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет им. С.Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан; тел.: +77017116593, e-mail: dilyara.kaidarova@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0969-5983;

Ибраев А.А. – врач Отделения радиологии и ядерной медицины, АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан; тел. +77072205979, e-mail: Arman86m@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6255-6277;

Садибекова А.К. – старший научник сотрудник, врач Отделения радиологии и ядерной медицины, АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан; тел. +77475564392, e-mail: araika.sk92@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5453-5831;

Абдраилова Ж.С. – научный сотрудник, врач Отделения радиологии и ядерной медицины, АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан; тел. +77073672699, e-mail: abdrasil.zhanar@mail.ru, ORCID ID: 0009-0000-7484-1396

Адрес для корреспонденции: Абдрахман Л.К., АО «КазНИИОиР», пр-т Абая 91, Алматы 050000, Республика Казахстан.