

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625986>

Искусственный интеллект в ультразвуковом исследовании узловых образований щитовидной железы, прогноз накопления I-131

А.В. Манаев^{1,2}, А.А. Трухин^{1,2}, С.М. Захарова^{1,2}, М.С. Шеремета¹, Е.А. Трошина^{1,2}¹ Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Россия;² Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Узловые образования щитовидной железы — распространённая проблема с частотой встречаемости 19–35% по данным ультразвукового исследования и 8–65% по данным аутопсии [1]. В некоторых случаях наблюдается болезнь Пламмера, а в 10–35% случаев болезни Грейвса могут наблюдаться узловые образования, накопление йода которыми носит различный характер [2, 3]. Одним из основных методов лечения болезней Грейвса и Пламмера является радиоiodотерапия, подразумевающая исключение злокачественности узлов. Кроме того, проводится исследование фармакокинетики йода — наиболее длительный и трудозатратный этап подготовки к радиоiodотерапии. В клинической практике проводится ультразвуковое исследование согласно системе TI-RADS, затем (в случае необходимости) — тонкоигольная аспирационная пункционная биопсии, стратифицированная по системе Bethesda. Однако ультразвуковое исследование подвержено субъективным интерпретациям, использование же систем поддержки принятия решений может сократить количество тонкоигольных аспирационных пункционных биопсий на 27%, количество пропущенных злокачественных новообразований на 1,9%. Кроме того, количественное описание ультразвукового исследования узловых образований может усовершенствовать процедуру исследования фармакокинетики I-131 [4, 5].

Цель — разработка метода количественного описания ультразвуковых изображений узловых образований щитовидной железы для прогноза злокачественности и накопления I-131 узловыми образованиями.

Материалы и методы. В исследование было включено 125 узловых образований с наличием патоморфологического заключения (65 доброкачественных, 60 злокачественных) и 25 доброкачественных узлов (установлено в рамках цитологического исследования) пациентов, прошедших радиоiodотерапию в рамках реализации проекта № 22-15-00135 гранта Российского научного фонда. Продольная и поперечная проекции узлов щитовидной железы были получены с помощью аппаратов GE Voluson E8 (включает 36% всех доброкачественных узлов и 27% злокачественных) и GE Logiq E (64% доброкачественных и 73% злокачественных). Для 25 узлов, полученных на аппарате GE Logiq V2, проведено исследование фармакокинетики I-131 с определением индекса накопления I-131 через 24 часа. Исследовались признаки на основе матрицы пространственной смежности, матрицы длин линий уровней серого, матрицы размера зон уровней серого, а также гистограммные и геометрические признаки изображений ультразвукового исследования.

Результаты. Разработанная на основе наиболее значимых признаков и после проведения корреляционного анализа KNN модель прогноза злокачественности имеет значение диагностической точности $72 \pm 3\%$, чувствительности $73 \pm 5\%$, специфичности $73 \pm 5\%$. Исследование фармакокинетики I-131 показало наибольшее значение модуля коэффициента корреляции Спирмена для признаков максимальный гистограммный градиент интенсивности ($r = -0,48$, $p = 0,08$) и энтропия интенсивности ($r = -0,51$, $p = 0,06$) с накоплением I-131 через 24 часа.

Заключение. Проведённое исследование демонстрирует возможность применения количественного описания ультразвуковых изображений узловых образований в качестве инструмента для мониторинга узлов перед проведением радиоiodотерапии для последующего дополнительного назначения тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии и прогнозирования накопления I-131 через 24 часа.

Ключевые слова: эндокринология; радиоiodотерапия; I-131; ядерная медицина; текстурный анализ; радиомика; машинное обучение; ультразвуковое исследование; узловые образования.

Как цитировать:

Манаев А.В., Трухин А.А., Захарова С.М., Шеремета М.С., Трошина Е.А. Искусственный интеллект в ультразвуковом исследовании узловых образований щитовидной железы, прогноз накопления I-131 // Digital Diagnostics. T. 5, № S1. С. 92–94. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625986>

Received: 28.01.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dean D.S., Gharib H. Epidemiology of thyroid nodules // Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2008. Vol. 22, N 6. P. 901–911. doi: 10.1016/j.beem.2008.09.019
2. Carnell N.E., Valente W.A. Thyroid nodules in graves' disease: Classification, characterization, and response to treatment // Thyroid. 1998. Vol. 8, N 7. P. 571–576. doi: 10.1089/thy.1998.8.571
3. Kim W.B., Han S.M., Kim T.Y., et al. Ultrasonographic screening for detection of thyroid cancer in patients with Graves' disease // Clinical endocrinology. 2004. Vol. 60, N 6. P. 719–725. doi: 10.1111/j.1365-2265.2004.02043.x
4. Kim H.G., Kwak J.Y., Kim E.K., et al. Man to man training: Can it help improve the diagnostic performances and interobserver variabilities of thyroid ultrasonography in residents? // European Journal of Radiology. 2012. Vol. 81, N 3. P. e352–e356. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.11.011
5. Peng S., Liu Y., Lv W., et al. Deep learning-based artificial intelligence model to assist thyroid nodule diagnosis and management: A multicentre diagnostic study // The Lancet Digital Health. 2021. Vol. 3, N 4. P. e250–e259. doi: 10.1016/S2589-7500(21)00041-8

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625986>

Artificial intelligence in ultrasound of thyroid nodules, prognosis of I-131 uptake

Almaz V. Manaev^{1,2}, Alexey A. Trukhin^{1,2}, Svetlana M. Zakharova^{1,2}, Marina S. Sheremeta¹, Ekaterina A. Troshina^{1,2}

¹ Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia;

² National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute) Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Thyroid nodules are a prevalent issue, with an estimated incidence of 19% to 35% based on ultrasound examination and 8% to 65% based on autopsy findings [1]. In some cases, Plummer's disease is observed, and nodular masses may be observed in 10% to 35% of Graves' disease cases, with iodine accumulation of a different nature [2, 3]. One of the principal treatments for Graves' and Plummer's diseases is radioiodine therapy, which serves to exclude the possibility of malignancy in nodules. Furthermore, the pharmacokinetics of iodine is investigated, which represents the most time-consuming and labor-intensive stage of preparation for radioiodine therapy. In clinical practice, ultrasound is performed in accordance with the TI-RADS system, followed (if necessary) by fine-needle aspiration puncture biopsy, stratified according to the Bethesda system. However, the interpretation of ultrasound examinations is inherently subjective, whereas the use of decision support systems can reduce the number of fine-needle aspiration puncture biopsies by 27% and the number of missed malignant neoplasms by 1.9%. Furthermore, the quantitative characterization of nodal ultrasound may enhance the investigation of the pharmacokinetics of I-131 [4, 5].

AIM: The study aimed to develop a method for quantitatively characterizing ultrasound images of thyroid nodular masses for predicting malignancy and I-131 accumulation by nodular masses.

MATERIALS AND METHODS: The study included 125 nodules with pathomorphologic findings (65 benign, 60 malignant) and 25 benign nodules (established by cytologic examination) of patients who underwent radioiodotherapy as part of the Russian Science Foundation grant project No. 22-15-00135. Longitudinal and transverse projections of thyroid nodules were obtained using GE Voluson E8 (36% of all benign nodules and 27% of malignant nodules) and GE Logiq E (64% of benign and 73% of malignant nodules). A pharmacokinetics study was conducted on 25 nodes obtained on a GE Logiq V2 device. The accumulation index of I-131 was determined after 24 hours. A spatial adjacency matrix, gray level line length matrix, gray level zone size matrix, and histogram were employed to investigate features based on ultrasound images.

RESULTS: The malignancy prediction model, developed on the basis of the most significant features and after KNN correlation analysis, exhibited a diagnostic accuracy value of $72 \pm 3\%$, a sensitivity of $73 \pm 5\%$, and a specificity of $73 \pm 5\%$. An investigation of I-131 pharmacokinetics revealed that the maximum histogram intensity gradient ($r = -0.48$, $p = 0.08$) and intensity entropy ($r = -0.51$, $p = 0.06$) exhibited the highest Spearman correlation coefficient modulus with I-131 accumulation after 24 hours.

CONCLUSIONS: The present study demonstrates the feasibility of using quantitative characterization of ultrasound images of nodal masses as a tool to monitor nodules before radioiodotherapy. This is with a view to subsequent adjunctive fine-needle aspiration puncture biopsy and prediction of I-131 accumulation after 24 hours.

Keywords: endocrinology; radioiodine therapy; I-131; nuclear medicine; textural analysis; radiomics; machine learning; ultrasound; thyroid nodules.

To cite this article:

Manaev AV, Trukhin AA, Zakharova SM, Sheremeta MS, Troshina EA. Artificial intelligent in ultrasound of thyroid nodules, prognosis of I-131 uptake. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):92–94. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625986>

REFERENCES

1. Dean DS, Gharib H. Epidemiology of thyroid nodules. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2008;22(6):901–911. doi: 10.1016/j.beem.2008.09.019
2. Carnell NE, Valente WA. Thyroid nodules in graves' disease: Classification, characterization, and response to treatment. *Thyroid*. 1998;8(7):571–576. doi: 10.1089/thy.1998.8.571
3. Kim WB, Han SM, Kim TY, et al. Ultrasonographic screening for detection of thyroid cancer in patients with Graves' disease. *Clinical endocrinology*. 2004;60(6):719–725. doi: 10.1111/j.1365-2265.2004.02043.x
4. Kim HG, Kwak JY, Kim EK, et al. Man to man training: Can it help improve the diagnostic performances and interobserver variabilities of thyroid ultrasonography in residents? *European Journal of Radiology*. 2012;81(3):e352–e356. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.11.011
5. Peng S, Liu Y, Lv W, et al. Deep learning-based artificial intelligence model to assist thyroid nodule diagnosis and management: A multicentre diagnostic study. *The Lancet Digital Health*. 2021;3(4):e250–e259. doi: 10.1016/S2589-7500(21)00041-8

ОБ АВТОРАХ

*** Манаев Алмаз Вадимович;**

ORCID: 0009-0003-8035-676X;

eLibrary SPIN: 2902-9767;

e-mail: a.manaew2016@yandex.ru

Трухин Алексей Андреевич;

ORCID: 0000-0001-5592-4727;

eLibrary SPIN: 4398-9536;

e-mail: alexey.trukhin12@gmail.com

Захарова Светлана Михайловна;

ORCID: 0000-0001-6059-2827;

eLibrary SPIN: 9441-4035;

e-mail: smzakharova@mail.ru

Шеремета Марина Сергеевна;

ORCID: 0000-0003-3785-0335;

eLibrary SPIN: 7845-2194;

e-mail: marina888@yandex.ru

Трошина Екатерина Анатольевна;

ORCID: 0000-0002-8520-8702;

eLibrary SPIN: 8821-8990;

e-mail: troshina@inbox.ru

AUTHORS' INFO

*** Almaz V. Manaev;**

ORCID: 0009-0003-8035-676X;

eLibrary SPIN: 2902-9767;

e-mail: a.manaew2016@yandex.ru

Alexey A. Trukhin;

ORCID: 0000-0001-5592-4727;

eLibrary SPIN: 4398-9536;

e-mail: alexey.trukhin12@gmail.com

Svetlana M. Zakharova;

ORCID: 0000-0001-6059-2827;

eLibrary SPIN: 9441-4035;

e-mail: smzakharova@mail.ru

Marina S. Sheremeta;

ORCID: 0000-0003-3785-0335;

eLibrary SPIN: 7845-2194;

e-mail: marina888@yandex.ru

Ekaterina A. Troshina;

ORCID: 0000-0002-8520-8702;

eLibrary SPIN: 8821-8990;

e-mail: troshina@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author