



## Perbandingan Kualitas Citra Skintigrafi Tiroid Pada Waktu Uptake 10 Menit Dan 20 Menit Menggunakan Kamera Gamma

Chusnul Fadilah Sahudin<sup>1\*</sup>, I Putu Pande Wahyu Gitawiarsa<sup>2</sup>, Widia Putri<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia

<sup>3</sup>Rumah Sakit Santosa Kopo Bandung

\*Penulis Korespondensi: [fadilahchusnul42@gmail.com](mailto:fadilahchusnul42@gmail.com)

Received: 19/08/2026 | Accepted: 22/09/2026 | Publication: 05/10/2026

**Abstract:** Background: Thyroid scintigraphy is one of the nuclear medicine examinations used to evaluate the function and imaging characteristics of the thyroid gland using radiopharmaceuticals and a gamma camera. The quality of images produced during thyroid scintigraphy can be influenced by various factors, one of which is uptake time. Differences in uptake time may affect the accumulation of radiopharmaceuticals in the thyroid gland and the number of counts received by the detector, potentially resulting in differences in image quality. Therefore, a comparison of image quality at different uptake times is needed to determine the uptake time that produces more optimal image quality. Research Methods: This study was a quantitative study with a comparative analytical observational design. The study sample consisted of 16 patients who underwent thyroid scintigraphy examinations using a gamma camera. The research parameter was a comparison of uptake times of 10 minutes and 20 minutes. Image quality was assessed by three observers, consisting of one nuclear medicine specialist and two radiographers, using a questionnaire with an ordinal scale of 1–5 based on the parameters of thyroid gland margin delineation, image contrast, image noise level, diagnostic adequacy, and image sharpness. The data were analyzed using SPSS software through descriptive statistical analysis and the Mann–Whitney U test to determine differences in image quality between the 10-minute and 20-minute uptake times. Results: The mean image quality score at the 20-minute uptake time was higher than that at the 10-minute uptake time, with scores of 4.87 and 3.87, respectively. Statistical analysis using the Mann–Whitney U test showed a significant difference in image quality between the 10-minute and 20-minute uptake times, with a p-value of < 0.001. Conclusion: There was a difference in thyroid scintigraphy image quality between the 10-minute and 20-minute uptake times using a gamma camera. The 20-minute uptake time produced better image quality than the 10-minute uptake time. Therefore, a 20-minute uptake time may be considered a more optimal uptake time for producing good-quality thyroid scintigraphy images while still taking into account the patient's condition and comfort.

**Keywords:** Thyroid Scintigraphy, Gamma Camera, Uptake Time, Image Quality



Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open-access article under the CC-BY-SA license.

**How to Cite:** Sahudin, C. F., Gitawiarsa, I. P. P. W., & Putri, W. (2026). Perbandingan kualitas citra skintigrafi tiroid pada waktu uptake 10 menit dan 20 menit menggunakan kamera gamma. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 6(5), 2535–2542. <https://doi.org/10.53625/jirk.v6i4.13356>

### PENDAHULUAN

Pemeriksaan skintigrafi tiroid merupakan salah satu pemeriksaan dalam kedokteran nuklir yang digunakan untuk melihat fungsi dan bentuk kelenjar tiroid melalui penyebaran radiofarmaka pada

jaringan tiroid (Ziessman et al., 2020). Radiofarmaka yang umum digunakan pada pemeriksaan ini adalah technetium-99m (Tc-99m) pertechnetate yang memancarkan radiasi gamma dan kemudian dideteksi oleh kamera gamma untuk menghasilkan citra fungsional kelenjar tiroid (Cherry et al., 2018). Kualitas citra yang dihasilkan sangat penting karena dapat memengaruhi ketepatan interpretasi hasil pemeriksaan serta membantu dokter dalam menentukan diagnosis dan pengambilan keputusan medis (Mettler & Guiberteau, 2019).

Kualitas citra pada pemeriksaan skintigrafi tiroid dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis, salah satunya adalah waktu uptake yang merupakan waktu tunggu sejak penyuntikan radiofarmaka hingga proses pengambilan citra dilakukan (SNMMI, 2024). Waktu uptake merupakan waktu yang dihitung mulai dari radiofarmaka disuntikkan ke dalam tubuh pasien hingga dilakukan pengambilan citra menggunakan kamera gamma. Waktu tunggu ini diperlukan agar radiofarmaka dapat menyebar dan terkumpul terlebih dahulu pada jaringan tiroid sehingga citra yang dihasilkan menjadi lebih jelas. Maximum uptake Tc-99m pertechnetate pada kelenjar tiroid umumnya terjadi pada interval 15–20 menit setelah penyuntikan radiofarmaka, dan sekitar 45,6% pasien mencapai maximum uptake pada rentang waktu 10–25 menit (Rahman & Dey, 2015). Perbedaan waktu uptake dapat memengaruhi jumlah radiofarmaka yang terkumpul pada jaringan tiroid sehingga kualitas citra yang dihasilkan juga dapat berbeda.

Perbedaan waktu uptake 10 menit dan 20 menit dapat menyebabkan perbedaan jumlah radiofarmaka yang terakumulasi pada jaringan tiroid sebelum dilakukan pengambilan citra. Waktu uptake 10 menit memberikan waktu tunggu yang lebih singkat, sehingga akumulasi radiofarmaka pada jaringan tiroid mungkin belum optimal. Sementara itu, waktu uptake 20 menit memberikan waktu yang lebih panjang bagi radiofarmaka untuk terakumulasi pada jaringan tiroid sehingga jumlah cacahan (count) yang diterima oleh detektor dapat lebih memadai. Jumlah cacahan yang diterima oleh detektor berhubungan dengan kualitas citra yang dihasilkan, sehingga perbedaan waktu uptake tersebut dapat menghasilkan perbedaan kualitas citra skintigrafi tiroid.

Pada pemeriksaan skintigrafi tiroid, pemilihan waktu uptake menjadi salah satu hal yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kualitas citra yang optimal. Waktu uptake yang lebih singkat dapat memberikan keuntungan berupa waktu pemeriksaan yang lebih efisien, tetapi akumulasi radiofarmaka yang belum optimal dapat memengaruhi jumlah cacahan dan kualitas citra. Sebaliknya, waktu uptake yang lebih panjang dapat memberikan kesempatan bagi radiofarmaka untuk terakumulasi lebih optimal pada jaringan tiroid sehingga berpotensi menghasilkan citra dengan visualisasi yang lebih baik. Oleh karena itu, diperlukan perbandingan kualitas citra pada waktu uptake yang berbeda untuk mengetahui waktu uptake yang dapat menghasilkan kualitas citra lebih optimal.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kualitas citra skintigrafi tiroid pada waktu uptake 10 menit dan 20 menit menggunakan kamera gamma. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kualitas citra yang dihasilkan pada kedua waktu uptake tersebut serta menentukan waktu uptake yang memberikan kualitas citra lebih baik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penggunaan waktu uptake yang lebih optimal dalam menghasilkan kualitas citra skintigrafi tiroid, sehingga dapat menjadi bahan evaluasi dalam pelaksanaan pemeriksaan kedokteran nuklir.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif observasional analitik dengan desain komparatif. Desain penelitian ini digunakan untuk membandingkan kualitas citra pada variasi waktu uptake pada pemeriksaan skintigrafi tiroid menggunakan kamera gamma. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kualitas citra hasil pemeriksaan skintigrafi tiroid pada waktu uptake

10 menit dan 20 menit.

Sebelum dilakukan akuisisi citra, seluruh pasien menjalani alur pemeriksaan sesuai standar operasional prosedur (SOP) pemeriksaan skintigrafi tiroid di instalasi kedokteran nuklir. Pemeriksaan diawali dengan registrasi dan verifikasi identitas pasien serta konfirmasi indikasi pemeriksaan. Selanjutnya dilakukan anamnesis singkat untuk mengetahui riwayat penggunaan obat yang mengandung iodium, riwayat pemeriksaan menggunakan media kontras, serta memastikan pasien tidak dalam kondisi hamil atau menyusui. Setelah persiapan selesai, pasien diberikan injeksi radiofarmaka Tc-99m pertechnetate secara intravena sesuai dosis yang ditetapkan. Pasien kemudian menjalani waktu uptake sesuai variasi penelitian, yaitu 10 menit dan 20 menit setelah penyuntikan radiofarmaka. Setelah waktu uptake tercapai, pasien diposisikan supine dengan kepala sedikit diekstensikan sehingga daerah leher terekspos secara optimal. Akuisisi citra dilakukan menggunakan kamera gamma dengan parameter pemeriksaan yang sama pada kedua kelompok waktu uptake.

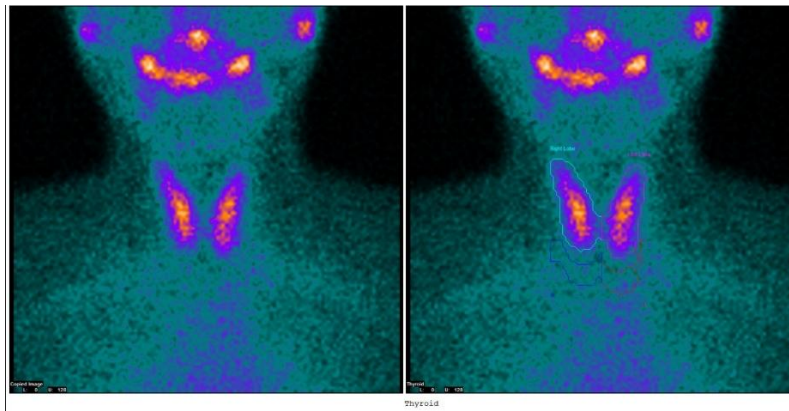
Sampel penelitian terdiri dari 16 pasien yang menjalani pemeriksaan skintigrafi tiroid menggunakan kamera gamma. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*. Pada penelitian ini digunakan dua variasi waktu uptake, yaitu 10 menit dan 20 menit setelah penyuntikan radiofarmaka. Variasi waktu uptake tersebut digunakan untuk mengetahui perbedaan kualitas citra hasil pemeriksaan skintigrafi tiroid menggunakan kamera gamma.

Penilaian kualitas citra dilakukan oleh tiga observer profesional yang terdiri dari satu dokter spesialis kedokteran nuklir dan dua radiografer menggunakan kuesioner skala ordinal 1–5. Penilaian dilakukan berdasarkan beberapa parameter, yaitu ketegasan batas tepi kelenjar tiroid, kontras citra, tingkat *noise* citra, kelayakan diagnostik, dan ketajaman citra. Penggunaan penilaian visual oleh observer merupakan salah satu metode yang umum digunakan dalam evaluasi kualitas citra pada pemeriksaan kedokteran nuklir (International Atomic Energy Agency, 2018).

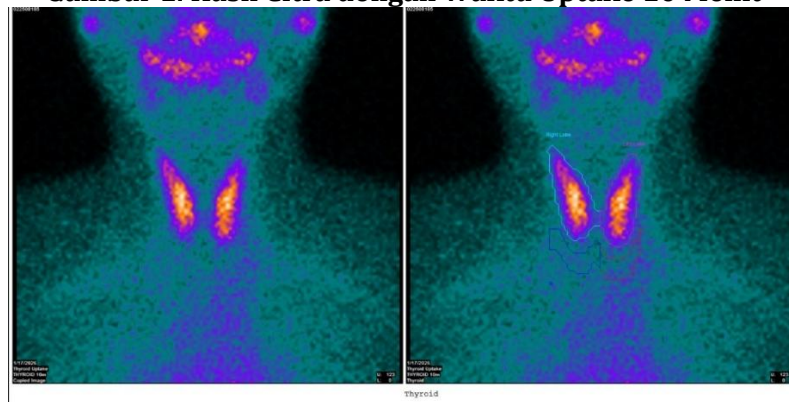
Data hasil penilaian kemudian diolah menggunakan program *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui nilai mean, standar deviasi (*standard deviation*), median, nilai minimum, dan nilai maksimum pada masing-masing kelompok waktu uptake. Selanjutnya dilakukan uji Mann–Whitney U Test untuk mengetahui perbedaan kualitas citra antara waktu uptake 10 menit dan 20 menit. Uji Mann–Whitney U merupakan uji non-parametrik yang digunakan untuk membandingkan dua kelompok independen dengan data berskala ordinal atau data yang tidak berdistribusi normal (Dahlan, 2014). Tingkat signifikansi yang digunakan pada penelitian ini adalah  $p\text{-value} < 0,05$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diperoleh dari penilaian kualitas citra pemeriksaan skintigrafi tiroid berdasarkan variasi waktu uptake menggunakan kamera gamma. Penilaian kualitas citra dilakukan oleh tiga observer profesional yang terdiri dari satu dokter spesialis kedokteran nuklir dan dua radiografer menggunakan kuesioner penilaian kualitas citra dengan skala ordinal 1–5. Parameter penilaian meliputi ketegasan batas tepi kelenjar tiroid, kontras citra, tingkat *noise* citra, kelayakan diagnostik, dan ketajaman citra.



Gambar 1. Hasil Citra dengan Waktu Uptake 10 Menit



Gambar 2. Hasil Citra dengan Waktu Uptake 20 Menit

Hasil analisis statistik deskriptif kualitas citra pemeriksaan skintigrafi tiroid dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Statistik Deskriptif Kualitas Citra

| Variasi          | N  | Mean | SD   | Median | Min-Max     |
|------------------|----|------|------|--------|-------------|
| 10-Minute Uptake | 48 | 3,87 | 0,10 | 3,80   | 3,80 - 4,00 |
| 20-Minute Uptake | 48 | 4,87 | 0,10 | 4,80   | 4,80 - 5,00 |

Keterangan: Nilai N = 48 diperoleh dari 16 sampel pasien yang dinilai oleh 3 observer. Data yang dianalisis merupakan skor kualitas citra berdasarkan lima parameter penilaian, yaitu ketegasan batas tepi kelenjar tiroid, kontras citra, tingkat *noise* citra, kelayakan diagnostik, dan ketajaman citra.

Berdasarkan hasil statistik deskriptif, diketahui bahwa kualitas citra pada waktu *uptake* 20 menit memiliki nilai *mean* sebesar 4,87, sedangkan pada waktu *uptake* 10 menit memiliki nilai *mean* sebesar 3,87. Hasil tersebut menunjukkan bahwa secara deskriptif kualitas citra pada waktu *uptake* 20 menit lebih tinggi dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit.

Analisis statistik inferensial dilakukan menggunakan uji Mann-Whitney U Test untuk mengetahui perbedaan kualitas citra antara waktu *uptake* 10 menit dan 20 menit. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Tabel 2.

**Table 2. Results of the Mann-Whitney U Test**

| Perbandingan                                              | Mean Rank<br>Kelompok 1 | Mean Rank<br>Kelompok 2 | Mann-<br>Whitney U | p-value | Kesimpulan                              |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|---------|-----------------------------------------|
| <i>Uptake</i> 10<br>menit vs<br><i>uptake</i> 20<br>menit | 24,50                   | 72,50                   | 0,000              | < 0,001 | There is a<br>significant<br>difference |

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji Mann-Whitney U Test, diperoleh nilai *p-value* < 0,001. Nilai tersebut lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05 sehingga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna pada kualitas citra antara waktu *uptake* 10 menit dan 20 menit. Nilai *mean rank* pada waktu *uptake* 20 menit lebih tinggi dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit, yaitu 72,50 dibandingkan 24,50. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas citra pada waktu *uptake* 20 menit lebih baik dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *uptake* 20 menit menghasilkan kualitas citra yang lebih baik dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai *mean* yang lebih tinggi serta hasil uji statistik yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara kedua waktu *uptake*. Citra dengan waktu *uptake* 20 menit memiliki penilaian kualitas yang lebih tinggi sehingga struktur kelenjar tiroid dapat divisualisasikan dengan lebih baik dan lebih mudah dievaluasi.

## Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa terdapat perbedaan kualitas citra pemeriksaan skintigrafi tiroid pada waktu *uptake* 10 menit dan 20 menit menggunakan kamera gamma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan waktu *uptake* 20 menit menghasilkan kualitas citra yang lebih baik dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit. Pada waktu *uptake* 20 menit, citra yang dihasilkan memiliki penilaian yang lebih tinggi sehingga struktur kelenjar tiroid lebih mudah dievaluasi oleh observer. Secara fisik, waktu *uptake* yang lebih panjang memberikan kesempatan lebih besar bagi radiofarmaka Tc-99m pertechnetate untuk terdistribusi dan terakumulasi pada jaringan tiroid sebelum dilakukan akuisisi citra. Akumulasi radiofarmaka yang lebih optimal dapat meningkatkan jumlah cacahan (*count*) yang diterima oleh detektor kamera gamma. Jumlah cacahan yang memadai dapat mendukung pembentukan citra dengan kualitas yang lebih baik, terutama dalam visualisasi struktur, kontras, dan tingkat *noise* citra. Hasil penelitian ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa distribusi dan akumulasi radiofarmaka pada organ target merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kualitas citra pada pemeriksaan kedokteran nuklir (Giovanella et al., 2022). Pada penelitian ini, waktu *uptake* 20 menit memberikan hasil penilaian yang lebih tinggi berdasarkan parameter ketegasan batas tepi kelenjar tiroid, kontras citra, tingkat *noise* citra, kelayakan diagnostik, dan ketajaman citra.

Masing-masing variasi waktu *uptake* memiliki kelebihan dan keterbatasan. Penggunaan waktu *uptake* 10 menit memiliki keuntungan karena waktu tunggu pasien menjadi lebih singkat sehingga proses pemeriksaan dapat berlangsung lebih cepat. Namun, pada waktu tersebut radiofarmaka mungkin belum terakumulasi secara optimal pada jaringan tiroid sehingga jumlah cacahan (*count*) yang diterima detektor dapat lebih rendah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kualitas citra menjadi kurang optimal, yang ditunjukkan melalui penilaian kontras, *noise*, ketegasan batas tepi, dan ketajaman citra yang lebih rendah. Sebaliknya, penggunaan waktu *uptake* 20 menit memberikan waktu yang lebih panjang bagi radiofarmaka untuk terakumulasi pada jaringan tiroid sebelum dilakukan akuisisi citra. Kondisi tersebut dapat menghasilkan jumlah *count* yang lebih

memadai sehingga citra memiliki visualisasi struktur kelenjar tiroid yang lebih baik, kontras yang lebih baik, dan *noise* yang lebih rendah. Citra yang lebih baik juga dapat mendukung kelayakan diagnostik dan mempermudah proses evaluasi oleh dokter. Meskipun demikian, penggunaan waktu *uptake* 20 menit menyebabkan waktu tunggu pasien menjadi lebih lama dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit. Oleh karena itu, pemilihan waktu *uptake* perlu mempertimbangkan keseimbangan antara kualitas citra yang dihasilkan dan efisiensi pelayanan pemeriksaan.

Hasil uji statistik menggunakan *Mann-Whitney U Test* menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna pada kualitas citra antara waktu *uptake* 10 menit dan 20 menit dengan nilai *p-value* < 0,001. Nilai *mean rank* pada waktu *uptake* 20 menit lebih tinggi dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit, yaitu 72,50 dibandingkan 24,50. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelompok waktu *uptake* 20 menit memiliki kualitas citra yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok waktu *uptake* 10 menit. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa waktu *uptake* merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pemeriksaan skintigrafi tiroid karena dapat berkaitan dengan jumlah radiofarmaka yang terakumulasi pada jaringan tiroid dan kualitas citra yang dihasilkan. Penggunaan waktu *uptake* 20 menit dapat membantu menghasilkan citra dengan keterbacaan yang lebih baik sehingga struktur kelenjar tiroid lebih mudah dievaluasi secara diagnostik. Namun demikian, penerapan waktu *uptake* dalam praktik klinis tetap perlu mempertimbangkan kondisi pasien, kemampuan pasien mempertahankan posisi selama pemeriksaan, serta efisiensi waktu pelayanan di instalasi kedokteran nuklir.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya jumlah sampel yang masih terbatas dan penilaian kualitas citra yang masih berbasis visual oleh observer menggunakan kuesioner sehingga terdapat unsur subjektivitas dalam penilaian. Selain itu, penelitian ini belum menggunakan parameter objektif kuantitatif seperti *count density*, *signal-to-noise ratio* (SNR), *contrast-to-noise ratio* (CNR), maupun *target-to-background ratio* dalam mengevaluasi kualitas citra. Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *uptake* 20 menit menghasilkan kualitas citra yang lebih baik dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit. Dengan demikian, waktu *uptake* 20 menit dapat dipertimbangkan sebagai waktu yang lebih optimal untuk menghasilkan kualitas citra skintigrafi tiroid menggunakan kamera gamma berdasarkan hasil penilaian visual observer pada penelitian ini.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perbedaan kualitas citra skintigrafi tiroid pada waktu *uptake* 10 menit dan 20 menit menggunakan kamera gamma. Penggunaan waktu *uptake* 20 menit menunjukkan kualitas citra yang lebih baik dibandingkan dengan waktu *uptake* 10 menit, yang ditunjukkan oleh nilai *mean* masing-masing sebesar 4,87 dan 3,87. Hasil analisis statistik menggunakan *Mann-Whitney U Test* menunjukkan nilai *p-value* < 0,001 yang menandakan adanya perbedaan bermakna pada kualitas citra antara kedua waktu *uptake*. Dengan demikian, waktu *uptake* 20 menit dapat dipertimbangkan sebagai waktu yang lebih optimal dalam pemeriksaan skintigrafi tiroid menggunakan kamera gamma untuk menghasilkan kualitas citra yang lebih baik, dengan tetap memperhatikan kondisi dan kenyamanan pasien selama pemeriksaan.

## REFERENCES

- Agency, I. A. E. (2009). *Quality assurance for SPECT systems in nuclear medicine*. International Atomic Energy Agency.
- Agency, I. A. E. (2015). *Quality management audits in nuclear medicine practices* (2nd ed.). International Atomic Energy Agency.
- Bailey, D. L., Humm, J. L., Todd-Pokropek, A., & van Aswegen, A. (2015). *Nuclear Medicine Physics: A*

*Handbook for Teachers and Students.* International Atomic Energy Agency.

- Freesmeyer, M., Winkens, T., Kühnel, C., Opfermann, T., & Seifert, P. (2019). Technetium-99m SPECT/US hybrid imaging compared with conventional diagnostic thyroid imaging with scintigraphy and ultrasound. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 45(5), 1243–1252. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.01.003>
- 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. (2019). EANM practice guideline/SNMMI procedure standard for RAIU and thyroid scintigraphy. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 46(12), 2514–2525. <https://doi.org/10.1007/s00259-019-04472-8>
- Grossling-Vallejos, B., Villegas Colmán, C. E., Rivas, R., Pedrozo, M. G., Giménez, G., Rojas, T., Arnal, M., Barreto, N., Duarte, C., Uldera, A., Mello-Román, J. C., Vázquez Noguera, J. L., Legal-Ayala, H., & Falcon de Legal, E. (2024). Thyroid scan image dataset for the study of thyroid pathologies in adult patients. *Data in Brief*, 57, 111134. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.111134>
- Grunert, M., Schenke, S. A., Konrad, A., Schütze, C., Förster, S., Klemenz, B., & Stahl, A. R. (2024). Thyroid scintigraphy: Establishing a clinically useful normal range for 99mTc pertechnetate uptake. *Nuklearmedizin*, 63(6), 337–346. <https://doi.org/10.1055/a-2365-7917>
- Jin, M., Ahn, J., Jo, S.-G., Park, J., Jeon, M. J., Kim, W. G., Kim, T. Y., Kim, W. B., Shong, Y. K., & Ryu, J.-S. (2022). Comparison of 99mTc pertechnetate thyroid uptake rates by gamma probe and gamma camera methods for differentiating Graves' disease and thyroiditis. *Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 56(1), 42–51. <https://doi.org/10.1007/s13139-021-00734-2>
- Macauley, M., Shawgi, M., Ali, T., Curry, A., Howe, K., Howell, E., Jefferson, E., James, A., Perros, P., & Petrides, G. S. (2018). Assessment of normal reference values for thyroid uptake of technetium-99m pertechnetate in a single centre UK population. *Nuclear Medicine Communications*, 39(9), 834–838. <https://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000876>
- Mettler, F. A., & Guiberteau, M. J. (2019). *Essentials of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* (7th ed.). Elsevier.
- Notoatmodjo, S. (2018). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta.
- Paudel, J., & Bhattarai, B. (2024). Standardizing normal reference value for thyroid uptake of technetium-99m pertechnetate in Nepalese population. *World Journal of Nuclear Medicine*, 23(1), 25–32. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1779283>
- Prekeges, J. L. (2012). *Nuclear Medicine Instrumentation* (2nd ed.). Jones & Bartlett Learning.
- Ramos, C. D., Wittmann, D. E. Z., Etchebehere, E. C. S. C., Tambascia, M. A., Silva, C. A. M., & Camargo, E. E. (2002). Thyroid uptake and scintigraphy using 99mTc pertechnetate: Standardization in normal individuals. *São Paulo Medical Journal*, 120(2), 45–48. <https://doi.org/10.1590/S1516-31802002000200004>
- Serrano, J. (2023). Quantitative analysis of 99mTc-pertechnetate thyroid uptake with a large-field CZT gamma camera: Feasibility and comparison between SPECT/CT and planar acquisitions. *EJNMMI Physics*, 10(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40658-023-00566-3>

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN