



Tiroit Sintigrafisi Uygulama Kılavuzu

Procedure Guideline for Thyroid Scintigraphy

© Gözde Mütevelizade

Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye

Öz

Tiroit sintigrafisi, tiroit bezinin morfolojik yapısını ve fonksiyonel durumunu eş zamanlı gösterebilme yeteneği sayesinde, tiroit hastalıklarının tanı ve yönetiminde nükleer tıbbın vazgeçilmez görüntüleme yöntemlerinden biri olmaya devam etmektedir. Bu kılavuz; tiroit sintigrafisi uygulamalarında prosedürel standardizasyonu sağlamak, görüntüleme kalitesini optimize etmek ve yorumlama süreçlerinde ortak bir terminoloji oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır. Kılavuz içeriğinde; hasta hazırlığından radyofarmasötik seçimine, görüntüleme protokollerinden raporlama kriterlerine kadar olan tüm süreçler, güncel uluslararası literatür ve teknolojik gelişmeler ışığında bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır. Geleneksel planar görüntüleme yöntemlerinin yanı sıra, anatomik ve fonksiyonel verileri birleştirme yeteneği sayesinde seçilmiş olgularda kullanılan tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi/bilgisayarlı tomografi gibi hibrit görüntüleme yöntemlerinin tanıtıcı katkısı vurgulanmıştır. Hazırlanan bu çerçeve, nükleer tıp uzmanları, ilgili klinisyenler ve sağlık profesyonelleri için kanıta dayalı, güncel, pratik ve klinik uygulamaya doğrudan yön veren bir referans kaynağı olmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Tiroit sintigrafisi, SPECT/BT, nükleer tıp

Abstract

Thyroid scintigraphy remains one of the cornerstone imaging modalities in nuclear medicine for the diagnosis and management of thyroid diseases, owing to its unique ability to simultaneously assess both the morphological structure and functional status of the thyroid gland. This guideline has been developed to ensure procedural standardization in thyroid scintigraphy, optimize image quality, and establish a common, consistent terminology for image interpretation. The guideline comprehensively addresses all stages of thyroid scintigraphy, ranging from patient preparation and radiopharmaceutical selection to imaging protocols and reporting criteria, based on current international literature and recent technological advances. In addition to conventional planar imaging techniques, the diagnostic contribution of a hybrid imaging modality such as single-photon emission computed tomography/computed tomography is emphasized due to its ability to integrate anatomical and functional information in selected clinical scenarios. This framework aims to serve as an evidence-based, up-to-date, and practical reference for nuclear medicine physicians, referring clinicians, and healthcare professionals, directly supporting clinical decision-making in routine practice.

Keywords: Thyroid scintigraphy, SPECT/CT, nuclear medicine

Giriş

Tiroit sintigrafisi; tiroit bezinin anatomik (lokalizasyon, boyut) ve fonksiyonel özelliklerinin eş zamanlı olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan, nükleer tıbbın temel görüntüleme yöntemlerinden biridir. Ultrasonografi (US) gibi anatomik görüntüleme yöntemleri tiroit bezinin morfolojik karakterizasyonunda üstün olsa da, dokunun metabolik aktivitesini ve fonksiyonel durumunu belirlemede sintigrafi benzersiz bir tanıtıcı değere sahiptir.

Bu kılavuzun temel amacı; tiroit hastalıklarının değerlendirilmesinde kullanılan tiroit sintigrafisinin endikasyonlarının doğru belirlenmesi, standardize edilmiş protokollerle uygulanması, olası hata kaynaklarının yönetilmesi ve sonuçların yorumlanarak raporlanması süreçlerine güncel bilimsel veriler ışığında rehberlik etmektir. Bu kılavuzdaki öneriler, güncel literatür verileri ve uluslararası standartlar göz önüne alınarak oluşturulmuştur.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author

Doç Dr. Gözde Mütevelizade, Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye

E-posta: gozdemutevelizade@gmail.com ORCID ID: orcid.org/0000-0001-5986-8777

Geliş Tarihi/Received: 02.02.2026 Kabul Tarihi/Accepted: 04.03.2026 Yayınlanma Tarihi/Publication Date: 31.03.2026

Cite this article as/Atıf: Mütevelizade G. Procedure guideline for thyroid scintigraphy. Nucl Med Semin. 2026;12:11-20



Copyright© 2026 Yazar. Türkiye Nükleer Tıp Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır. Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makedir.

Copyright© 2026 The Author. Published by Galenos Publishing House on behalf of Turkish Nuclear Medicine Society. This is an open access article under the Creative Commons AttributionNonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Genel Bilgiler ve Tanımlamalar

Sintigrafik görüntülemelerde, tiroit hücrelerinin fizyolojik iyot metabolizmasını taklit eden radyonüklidler kullanılır. İyot-123 (I-123) ve iyot-131 (I-131), sodyum-iyot simporteri (NIS) aracılığıyla tiroit hücresine alınır (yakalama/trapping) ve hücre içinde organifikasyon sürecine katılırlar; bu özellikleri sayesinde tiroit fizyolojisini en gerçekçi yansıtan radyofarmasötiklerdir (1,2). I-131, benign tiroit hastalıklarının rutin görüntülemesinde önerilmez; ancak seçilmiş durumlarda veya diferansiye tiroit kanseri tanısı değerlendirilmesinde düşük dozlarda kullanılabilir. Moleküler yapısı iyoda benzeyen teknesyum-99m (Tc-99m) perteknetat, NIS aracılığıyla hücre içine alınır ancak organifikasyona uğramaz ve hücre içinde sınırlı süre kaldıktan sonra hücre dışına çıkar. Hücre içinde bulunduğu süre zarfında görüntü alınarak tiroit sintigrafisi elde edilir. Düşük maliyeti, kolay erişilebilirliği ve uygun görüntüleme özellikleri nedeniyle rutin pratikte en sık kullanılan ajandır (3). Bu fizyolojik tutulum farkları, görüntüleme ajanının seçimi ve yorumlanmasında kritik öneme sahiptir. Rutin uygulama dışında; mitokondriyal aktiviteyi gösteren Tc-99m sestamibi ve glukoz metabolizmasını yansıtan flor-18 florodeoksiglukoz ise sitolojik olarak belirsiz nodüllerde biyolojik davranışın değerlendirilmesine katkı sağlayabilirler. Bu ajanlar, klasik tiroit sintigrafisinin yerine geçmemekle birlikte; benign-malign ayrımının güç olduğu, agresif biyolojik davranış şüphesinin bulunduğu veya ek fonksiyonel bilgi gereksinimi olan seçilmiş olgularda tamamlayıcı görüntüleme yöntemleri olarak kullanılabilir. Ancak bu radyofarmasötiklerin kullanımı, rutin tiroit görüntüleme kapsamı dışında olup, klinik, sitolojik ve diğer görüntüleme bulguları ile bütüncül bir değerlendirme çerçevesinde ele alınmalıdır (4,5).

Geleneksel planar ve pinhole (tek delikli kolimatör) görüntülemenin yanı sıra, günümüzde tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi/bilgisayarlı tomografi (SPECT/BT) hibrid sistemleri; özellikle retrosternal guatr değerlendirilmesinde, ektopik tiroit dokularının lokalizasyonunda ve planar görüntülerde belirsiz olan fokal tutulumların anatomik korelasyonunda tanısı doğruluğu artırmaktadır. Bu nedenle SPECT/BT, seçilmiş olgularda tiroit sintigrafisinin tamamlayıcı bir bileşeni olarak önerilmektedir (6). Son yıllarda geliştirilen yapay zeka tabanlı görüntü işleme algoritmaları ve derin öğrenme modelleri, klinik rutinde yaygın kullanımları henüz sınırlı olmakla birlikte, nodül karakterizasyonu

ve görüntü kalitesinin optimizasyonu gibi alanlarda klinisyene yardımcı olabilecek, gelecek vaat eden araçlar olarak literatürde yer almaya başlamıştır (7,8,9).

Genel Klinik Endikasyonlar

Tiroit Nodüllerinin Fonksiyonel Karakterizasyonu

Tiroit sintigrafisi, US'de saptanan nodüllerin fonksiyonel değerlendirilmesinde endikedir. Özellikle serum tiroid stimulan hormon (TSH) düzeyinin düşük veya alt sınırdaki olduğu olgularda, nodülün otonom fonksiyon gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla tiroit sintigrafisi birinci basamak fonksiyonel görüntüleme yöntemi olarak kullanılmalıdır. Serum TSH düzeyi normal veya yüksek olan hastalarda tiroit sintigrafisi rutin bir inceleme olmamakla birlikte; multinodüler guatr varlığında otonom alanların belirlenmesi amacıyla uygulanabilir. Fonksiyonel olarak aktif nodüllerin malignite riski düşük olduğundan, bu nodüllerde gereksiz ince iğne aspirasyon biyopsisinden (İİAB) kaçınılması ve invaziv işlemlerin önlenmesi amacıyla tiroit sintigrafisi önemli bir karar destek aracı olarak değerlendirilmektedir (10,11,12,13). Tiroit sintigrafisinde nodül lokalizasyonunun veya fonksiyonel değerlendirmesinin net olmadığı seçilmiş olgularda SPECT/BT, tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabilir. Bu yaklaşım, özellikle multinodüler guatrda nodül bazlı fonksiyonel haritalamanın klinik açıdan önem taşıdığı durumlarda tanısı güvenilirliği artırmaktadır (6).

Tirotoksikoz Ayırıcı Tanısı

Tiroit sintigrafisi; hipertiroidi ile destrüktif tiroiditler ve tirotoksikozis factitia (dışarıdan tiroit hormonu alımına bağlı gelişen ve endojen tiroit fonksiyonunun baskılandığı tablo) gibi hormon fazlalığına yol açan diğer nedenlerin ayırıcı tanısında temel görüntüleme yöntemlerinden biridir. Radyoaktif madde tutulumunun artmış veya azalmış olması, tirotoksikozun altta yatan etiyolojisinin tespitinde belirleyici rol oynar. Graves hastalığında, tiroit bezinde diffüz ve homojen artmış radyofarmasötik tutulumu izlenirken, toksik nodüler guatr olgularında nodül bazlı, yama tarzında (heterojen) artmış tutulum paterni izlenir. Bu karakteristik tutulum özellikleri, Graves hastalığının toksik nodüler guatr ve diğer tirotoksikoz nedenlerinden ayırt edilmesini sağlar. Toksik adenom ve toksik multinodüler guatr olgularında tiroit sintigrafisi; otonom fonksiyon gösteren hiperaktif alanların saptanması ve çevre tiroit dokusunun baskılanıp baskılanmadığının (süpresyon) gösterilmesi amacıyla uygulanır. Bu bulgular, hem tanısı yaklaşımı hem de

tedavi planlamasını doğrudan etkiler. Buna karşılık, destrüktif tiroititler ve tirotoksikozis factitia olgularında tiroit dokusunda radyofarmasötik tutulumu belirgin olarak azalmış veya yoktur. Subakut (de Quervain) tiroitit ile ağrısız (sessiz/postpartum) tiroititlerin akut fazında, serum tiroit hormon düzeyleri yüksek olmasına rağmen tiroit bezinde radyofarmasötik tutulumu belirgin olarak azalmıştır. Bu karakteristik bulgu, hipertiroideye bağlı tirotoksikoz ile destrüktif tiroititlerin ayırıcı tanısında tiroit sintigrafisini önemli ve güvenilir bir tanı aracı haline getirmektedir (10,14,15).

Amiodaron Kaynaklı Tirotoksikoz (AIT)

Tiroit sintigrafisi, amiodaron kullanımına bağlı gelişen tirotoksikozda, tip 1 amiodaron ilişkili tirotoksikoz (iyot yüküne bağlı) ile tip 2 amiodaron ilişkili tirotoksikozun (destrüktif tiroitit) ayırıcı tanısında yardımcı bir tanı yöntemi olarak kullanılmaktadır. Tip 1 AIT olgularında tiroit bezinde korunmuş veya artmış radyofarmasötik tutulumu izlenebilirken, tip 2 AIT olgularında destrüktif sürece bağlı olarak radyofarmasötik tutulumu belirgin olarak azalmış veya yoktur. Bu farklı tutulum paternleri, klinik ve laboratuvar bulgularla birlikte değerlendirildiğinde altta yatan patofizyolojik mekanizmanın ayırt edilmesine katkı sağlar. Ancak amiodaronun yüksek iyot içeriği ve tiroit bezi üzerindeki uzun süreli etkileri nedeniyle, sintigrafik bulgular her zaman tipik olmayabilir. Bu nedenle tiroit sintigrafisi, AIT olgularında tek başına tanı koydurucu bir yöntem olarak değil, klinik değerlendirme, tiroit fonksiyon testleri, inflamatuvar belirteçler ve ultrasonografik bulgular ile birlikte multidisipliner bir yaklaşımın parçası olarak yorumlanmalıdır (16,17).

Konjenital Hipotiroidi ve Ektopik Dokuların Araştırılması

Tiroit sintigrafisi, yenidoğan taramalarında konjenital hipotiroidi saptanan bebeklerde etiyolojinin aydınlatılmasında altın standart görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Sintigrafi ile tiroit agenezisi, hipoplazi, ektopik tiroit dokusu (dil kökü, sublingual, suprahoid veya mediastinal yerleşim) ile dishormonogenezis ayırımı yüksek doğrulukla yapılabilmektedir (18,19). Ayrıca tiroit sintigrafisi, boyun bölgesinde veya üst mediastende saptanan kitlelerin fonksiyonel tiroit dokusu içerip içermediğinin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Bu kapsamda, ektopik tiroit dokusu ile tiroglossal kanal kisti gibi diğer orta hat lezyonlarının ayırıcı tanısında kullanılır. Tiroglossal

kanal kisti cerrahisi öncesinde, kalıcı hipotiroidi riskini önlemek amacıyla fonksiyonel tiroit dokusunun varlığının araştırılması için sintigrafi önerilmektedir (20,21,22). Seçilmiş olgularda SPECT/BT, lokalizasyonu net olarak belirlenemeyen ektopik tiroit dokularının anatomik yerleşiminin kesinleştirilmesine olanak sağlar, fonksiyonel ve anatomik bilgiyi birleştirerek tanılarda doğruluğu artırır ve cerrahi ya da klinik yönetim sürecine önemli katkı sağlar (23,24).

Retrosternal Guatrın Değerlendirilmesi

Tiroit sintigrafisi, toraks girişini daraltan veya mediastene uzanım gösteren (retrosternal) kitlelerin tiroit dokusu ile ilişkisini ve fonksiyonel özelliklerini ortaya koymada önemli bir görüntüleme yöntemidir. Bu olgularda, planar sintigrafiye ek olarak SPECT/BT kullanımı, kitlelerin anatomik yerleşiminin netleştirilmesini sağlayarak tanılarda doğruluğu artırır ve klinik-cerrahi yönetim sürecine katkı sağlar (25).

Tiroit Cerrahisi Sonrası Bakiye (Rezidü) Doku Değerlendirmesi

Tiroit cerrahisi (total veya subtotal tiroidektomi) uygulanmış hastalarda tiroit sintigrafisi; geride kalan fonksiyonel tiroit dokusunun varlığının, lokalizasyonunun ve dağılımının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu değerlendirme, cerrahi sonrası anatomik ve fonksiyonel durumun ortaya konulması açısından klinik önem taşımaktadır. Özellikle diferansiye tiroit karsinomu (DTK) tanılı hastalarda tiroit sintigrafisi; radyoaktif iyot uygulamasının gerekliliğinin değerlendirilmesi, uygulama stratejisinin planlanması ve postoperatif dönemde bölgesel veya uzak metastaz varlığının araştırılması amacıyla endikedir. Bu kapsamda elde edilen sintigrafik bulgular, hastanın izlem ve tedavi sürecinin yönlendirilmesine katkı sağlar (26,27). Gerekli olgularda SPECT/BT, rezidüel tiroit dokusunun ve şüpheli odakların anatomik korelasyonunu sağlayarak değerlendirmeye ek katkı sunabilir (28).

Kontrendikasyonlar

• Gebelik

Gebelik, tiroit sintigrafisi için kontrendikasyondur ve mutlaka sorgulanmalıdır. Şüpheli durumunda beta-hCG testi ile gebelik ekarte edilmelidir. Hamile (veya muhtemel hamile) hastalarda US ile değerlendirme tercih edilir. Sintigrafi hamilelik döneminden sonraya ertelenmelidir (4).

• Emzirme

Radyofarmasötikler anne sütüne geçtiği için bebeğin radyasyon maruziyetini önlemek amacıyla emzirmeye ara verilmelidir. Bu ara süresince süt sağılmalı ve atılmalıdır. Tetkik sonrası emzirmeye ara verilmesi önerilen süreler şöyledir (belirtilen süreler minimum önerilen süreler olup, klinik koşullara göre uzatılabilir) (29):

Tc-99m perteknetat: 12 saat,

I-123: 3 gün,

I-131: I-131 uygulanan hastalarda emzirme uygulama öncesinde sonlandırılmalı ve yeniden başlatılmamalıdır (30,31).

İlaç ve Gıda Etkileşimleri

Tiroit sintigrafisinde kullanılan radyofarmasötiklerin tutulumu, özellikle iyot metabolizmasını etkileyen ilaçlar ve diyetle alınan iyot miktarından belirgin şekilde etkilenmektedir. Aşırı iyot alımı, Tc-99m perteknetat ve radyoiyot (I-123, I-131) ile yapılan sintigrafik incelemelerde tiroit tutulumunu baskılar, görüntü kalitesini azaltarak yorumu güçleştirebilir. İyot içeren intravenöz kontrast maddeler, amiodaron ve benzeri iyot içeriği yüksek ilaçlar, tiroit dokusunda radyofarmasötik tutulumunu günler-haftalar boyunca baskılayabilir. Bu nedenle tetkik öncesinde hastanın ilaç kullanım öyküsü ve yakın dönemde iyot maruziyeti sorgulanmalı; gerekli durumlarda inceleme ertelenerek uygun zamana planlanmalıdır. Aşağıda belirtilen süreler, Avrupa Nükleer Tıp Derneği ve Amerika Nükleer Tıp Derneği (EANM/ SNMMI) uygulama kılavuzları temel alınarak önerilen yaklaşık bekleme süreleridir ve klinik gerekliliklere göre bireysel olarak uyarlanabilir (4).

Tiroit Hormon Replasmanları

- Levotiroksin (T4): 4 hafta,
- L-triiodotironin (T3): 2 hafta.

Antitiroid İlaçlar

- Metimazol veya propiltiourasil: 3-7 gün.

İyot İçeren İlaçlar ve Kontrast Maddeler

- iyotlu intravenöz kontrast ajanlar: 1-2 ay,
- amiodarone ve yağ bazlı iyotlu kontrast maddeler: 3-6 ay,
- iyotlu antiseptikler, iyot içeren ilaçlar: 4 hafta,
- lugol solüsyonu: 4-6 hafta.

Hasta Hazırlığı

Tiroit sintigrafisinin doğru şekilde yorumlanabilmesi için hastanın endojen ve ekzojen iyot havuzu stabil

olmalıdır. Tetkik öncesinde hastanın klinik durumu, ilaç kullanımı, diyet alışkanlıkları ve yakın dönemdeki iyot maruziyeti sorgulanmalıdır. Tc-99m perteknetat ile yapılan tiroit sintigrafilerinde açlık zorunluluğu yoktur [zorunlu olmamakla birlikte, mide aktivitesini azaltmak için kısa süreli (2-4 saat) hafif açlık önerilebilir] ve diyetle iyot alımına yönelik özel bir kısıtlama gerekmemektedir. Buna karşılık I-123 veya I-131 ile yapılan tiroit sintigrafilerinde düşük iyotlu diyet uygulanması ve radyofarmasötik alımından 3-4 saat önce katı gıda alınmaması, uygulamadan sonraki yaklaşık 1 saat boyunca da katı gıdadan kaçınılması önerilir (4).

Tiroit sintigrafisi, nodül değerlendirmesi amacıyla planlanıyorsa tercihen İİAB'den önce gerçekleştirilmelidir (11). Biyopsi yapılmış olgularda ise, biyopsiye bağlı lokal inflamasyon ve kanama bulgularının sintigrafik değerlendirmeyi etkilememesi için genellikle 1-2 haftalık bir iyileşme süresinin beklenmesi önerilir (32).

Seçilmiş olgularda, tiroit dokusunda otonominin değerlendirilmesi amacıyla triiodotironin (T3) supresyon testi tanımlanmış olmakla birlikte, güncel klinik pratikte kullanım alanı sınırlıdır. T3 supresyon testi uygulanacak hastalarda, tiroit sintigrafisi; genellikle 7-10 gün süreyle T3 kullanımının sonlandırılmasını takiben planlanmalıdır (32).

Sintigrafik inceleme öncesinde aşağıdaki klinik ve tanısal bilgilerin gözden geçirilmesi, tetkikin uygun şekilde planlanması ve doğru değerlendirilmesi açısından önemlidir:

- tiroit palpasyonu, detaylı anamnez ve fizik muayene bulguları,
- güncel tiroit fonksiyon testleri ve ilgili laboratuvar sonuçları,
- US ve sintigrafi başta olmak üzere daha önce yapılmış tiroit görüntüleme tetkikleri,
- varsa daha önce uygulanmış tiroit uptake testlerinin sonuçları.

Prosedür

Tiroit sintigrafisi görüntüleme süreci; radyonüklidin uygulanması, biyolojik dağılım için bekleme süresi ve uygun zamanlamada görüntüleme aşamalarından oluşur. Kullanılan radyofarmasötüğün farmakokinetik özelliklerine bağlı olarak prosedürün zamanlaması ve görüntüleme protokolü değişiklik gösterebilir.

Aşağıda belirtilen radyofarmasötik aktiviteleri ve zamanlama önerileri, literatür verileri ve güncel klinik deneyime dayanan yol gösterici değerler olup, mutlak dozlar olarak değerlendirilmemelidir. Klinik uygulamada,

ülkemizin referans değerleri, radyasyon güvenliği ilkeleri ve ulusal mevzuat hükümleri dikkate alınmalıdır.

Pediyatrik hastalarda uygulanacak radyofarmasötik aktiviteler; erişkin dozunun vücut ağırlığı ve/veya yaşa göre hesaplanmış bir fraksiyonu olarak belirlenmeli, “*as low as reasonably achievable* (ALARA)” prensibi gözetilmelidir. Bu amaçla doz ayarlamasında, uluslararası çalışma gruplarının önerileri ve güncel pediatrik doz belirleme kılavuzları esas alınmalıdır (33,34).

1. Radyofarmasötik Uygulaması (Tablo 1)

Rutin tiroit sintigrafisinde en sık kullanılan ajan Tc-99m perteknetat olmakla birlikte, klinik endikasyona göre I-123 veya I-131 tercih edilebilir. Konjenital hipotiroidi değerlendirmesinde tercih edilen ajan Tc-99m perteknetat olarak kabul edilmektedir (4,29,35,36).

Tc-99m Perteknetat

- **Doz:** Yetişkinler için 2-10 mCi (74-370 MBq). Konjenital hipotiroidide (0,5-1,0 mCi),
- **Uygulama yolu:** İntravenöz,
- **Görüntüleme:** Enjeksiyondan 15-20 dakika sonra.

I-123

- **Doz:** 200-400 µCi (7,4-14,8 MBq) (retrosternal guatr veya ektopi şüphesinde doz artırılabilir),
- **Uygulama yolu:** Oral (kapsül veya sıvı),
- **Görüntüleme:** Uygulamadan 3-4 saat (erken faz) ve 24 saat (geç faz) sonra.

I-131

- **Kullanım:** Rutin görüntülemelerde tercih edilmez. Ektopik doku araştırmasında veya DTK takibinde kullanılır,
- **Uygulama yolu:** Oral (kapsül veya sıvı),
- **Doz:** 50-100 µCi (1,85-3,7 MBq),
- **Görüntüleme:** Uygulamadan 24-48 saat sonra.

2. Görüntüleme

2.1. Görüntüleme Ekipmanı ve Hasta Pozisyonu

- **Kamera:** Gama kamera,

- **Hasta pozisyonu:** Hasta sırtüstü (*supine*) yatar pozisyonunda, boyun hiperekstansiyonda olmalı, baş hafif ekstansiyonda olacak şekilde geriye doğru konumlandırılmalıdır. Omuzların altına yastık veya silindir destek yerleştirilmesi önerilir. Hasta supin pozisyonunda yatamıyorsa, görüntüler oturur pozisyonunda da alınabilir. Çekim öncesinde boyun bölgesindeki metal aksesuarlar çıkarılmalı; çekim sırasında hastanın yutkunma ve hareketten kaçınması sağlanmalıdır. Anterior görüntülerde submandibuler bezler ve suprasternal çentik (SSN) mutlaka görüntü alanı içinde yer almalıdır. Tiroit bölgesinde tiroit dokusu izlenmiyorsa, ektopik tiroit dokusunun araştırılması için, çekim alanı mutlaka dil kökü ve sublingual alanları gösterecek şekilde ağız bölgesini içermeli ve lateral görüntüler alınmalıdır (35,37).

2.2. Kolimatör Seçimi ve Planar Görüntüleme

Görüntü kalitesi ve nodül saptanabilirliği açısından pinhole (tek delikli) kolimatör, tiroit sintigrafisinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Pinhole kolimatör, tiroit bezini doğal olarak büyütür yüksek uzaysal çözünürlük sağlar. I-131 yüksek enerjili (HE) gama fotonları (364 keV) yayması nedeniyle standart pinhole kolimatörlerde belirgin septal penetrasyon ve görüntü artefaktlarına yol açabilir. Bu nedenle I-131 ile yapılan görüntülemelerde, HE paralel delikli kolimatörlerin (LEHR) veya tungsten uçlu HE pinhole (HE pinhole insert) kolimatörlerin kullanılması önerilir (4,37).

Pinhole Kolimatör

- **Açıklık (aperture):** 3-6 mm,
- **Endikasyon:** Tiroit morfolojisi, nodül değerlendirmesi,
- Kolimatör ile boyun ön yüzü arasındaki mesafe tiroit bezini görüntü alanına tam sığdıracak en yakın mesafede (genellikle 4-7 cm) ayarlanmalıdır.

Paralel Delikli Kolimatör (LEHR)

- **Endikasyon:** Retrosternal guatr, ektopik tiroit dokusu, geniş alan değerlendirmesi, SPECT veya tüm vücut tarama,

Tablo 1. Tiroid sintigrafisinde kullanılan radyofarmasötikler

Radyofarmasötik	Yarı ömrü	Foton enerjisi	Aktivite	Görüntüleme zamanı
Tc-99m perteknetat	6 saat	140 keV	2-10 mCi	15-20 dakika
I-123	13 saat	159 keV	200-400 µCi	3-4 saat ve 24 saat
I-131	8,1 gün	364 keV	50-100 µCi	24-48 saat

- Pinhole bulunmayan merkezlerde, zoom (x1,5-2,0) ile alternatif olarak kullanılabilir.

Yüksek Enerjili Paralel Delikli Kolimatör (HEGP):

- **Endikasyon:** I-131 ile yapılan görüntülemeler

Enerji Penceresi (Energy Window)

- **Ayar:** Fotopik çevresinde %20 simetrik pencere,
- **Tc-99m için:** 140 keV merkezli, %20 aralık (126-154 keV),
- **I-123 için:** 159 keV merkezli, %20 aralık (143-175 keV),
- **I-131 için:** 364 keV merkezli, %20 aralık (328-400 keV).

2.3. Görüntüleme Parametreleri (Planar)

Görüntü Alanları (Rutin)

1. **Anterior (ön):** Tüm tiroit bezini içeren standart görüntü.
2. **Sağ ve sol ön oblik (RAO/LAO, 30-45°):** Nodüllerin anterior veya posterior yerleşimini ayırt etmek ve lobları birbirinden ayırmak için 30-45 derecelik açılarla alınan görüntülerdir.
3. Lateral (gerekli durumlarda).

İşaretleme (Marker)

Anatomik oryantasyonu sağlamak amacıyla SSN ve/veya çene ucu radyoaktif nokta kaynak veya kurşun levha ile işaretlenebilir. Palpabl nodül varlığında nodül üzeri ayrıca işaretlenerek anatomik-sintigrafik korelasyon sağlanabilir.

Matriks: 256×256,

Zoom: LEHR: x1,5-2,0,

Pinhole: Pinhole kolimatörde zoom gerekli değildir, ekstra dijital zoom uygulamak görüntüyü pikselleştirir ve kaliteyi bozar.

Sayım/Süre

- **Tc-99m perteknetat:** Anterior görüntüde 150.000-200.000 sayım veya 5-10 dakika,
- **I-123/I-131:** Görüntü başına genellikle 5-10 dakika.

2.4. SPECT ve SPECT/BT Görüntüleme

Planar görüntülemenin yetersiz kaldığı; retrosternal uzanım, derin yerleşimli nodüller, ektopik tiroit dokusu şüphesi veya anatomik korelasyon gerektiren olgularda hibrid görüntüleme önerilir. SPECT/BT, özellikle cerrahi planlama ve belirsiz planar bulguların netleştirilmesinde tanısallık doğruluğu artırır (32,38). Tiroit sintigrafisine eşlik eden BT komponenti, diagnostik amaçlı değil; fonksiyonel görüntünün anatomik lokalizasyonu ve atenuasyon düzeltmesi (AC) amacıyla kullanılır. Bu nedenle protokol,

hastanın aldığı radyasyon dozunu minimize edecek şekilde “düşük doz” prensibiyle yapılandırılmalıdır. Kullanılan SPECT/BT sisteminin teknik özelliklerine ve merkez uygulamalarına bağlı olarak değişebilmekle birlikte, klinik pratikte aşağıda belirtilen örnek görüntüleme parametreleri tercih edilebilir (39).

SPECT Parametreleri

- **Kolimatör:** LEHR (düşük enerjili yüksek rezolüsyonlu), I-131 için HEGP,
- **Matriks:** 128×128,
- **Zoom:** 1,0 (veya 1,28),
- **Projeksiyon:** 360° dönme açısı (tam tur),
- **Dedektör konfigürasyonu:** Çift dedektör (180° açı ile),
- **Projeksiyon sayısı:** 60 veya 64 (~3-6°),
- **Frame süresi:** 20-25 saniye/frame (I-131 için 30-40 sn/frame).

BT Parametreleri (Düşük Doz/Low Dose)

- **Amaç:** AC ve anatomik lokalizasyon,
- **Voltaj/akım:** 120-140 kV, düşük mAs (otomatik doz modülasyonu-smart mA veya 20-40 mAs),
- **Matriks:** 512x512,
- **Kesit Kalınlığı:** 2,5 mm-5 mm.

3. Görüntüleme ve Veri İşleme Parametreleri

3.1. Planar Görüntü İşleme

Tiroit sintigrafisinde görüntü değerlendirmesi temel olarak görsel analizle yapılır. Özel bir kantitatif işleme rutini bulunmamaktadır.

Pencereleme (Windowing): Görüntüler, tiroit bezindeki en yüksek sayım değerine (maksimum piksel) göre normalize edilmelidir. Görüntü alanında tiroit dokusundan daha yoğun bir aktivite (örn. işaretleyiciler) varsa, pencereleme bu dış aktiviteye göre yapılmamalıdır; aksi takdirde tiroit dokusu hipoaktif görünebilir.

Arka Plan Düzeltmesi (Background Subtraction): Rutin olarak önerilmez; ektopik odaklar gibi düşük aktivite alanlarını maskeleyebilir.

Boyut Ölçümleri: Seçilmiş olgularda, marker görüntüler veya kalibrasyon faktörleri kullanılarak tiroit loblarının kraniyokaudal ve transvers çapları yaklaşık olarak ölçülebilir.

Etiketleme: Hasta bilgileri, uygulanan radyofarmasötik, enjeksiyon zamanı, görüntü yönleri (Ant, RAO, LAO) ve işaretli alanlar (SSN, palpabl nodül) belirtilmelidir.

3.2. SPECT ve SPECT/BT Rekonstrüksiyonu

SPECT parametreleri, kullanılan SPECT/BT sisteminin teknik özellikleri ve donanımına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bu nedenle görüntüleme ve rekonstrüksiyon ayarlarının optimizasyonunda, ilgili cihazın üretici önerileri ve kurum içi standart uygulamalar dikkate alınmalıdır (39,40).

Rekonstrüksiyon Yöntemi: Tercihen iteratif rekonstrüksiyon (*ordered subset expectation maximization*) kullanılmalıdır. *Filtered back projection*'a göre daha düşük gürültü ve daha iyi kontrast sağlar.

Atenüasyon Düzeltmesi: BT tabanlı AC uygulanarak derin yerleşimli dokulardan kaynaklanan foton kaybı kompanse edilmelidir.

Füzyon ve Çok Düzlemli Değerlendirme: İşlenmiş SPECT verileri ile BT görüntüleri üç planda (aksiyel, koronal, sagittal) birleştirilerek (füzyon) değerlendirilmeli ve *maximum intensity projection* görüntüler oluşturulmalıdır.

Pratik Öneriler

Palpasyon: Yakın tarihli US bilgisi yok ise çekimden önce tiroit bezi palpe edilmeli ve nodül varlığı palpasyonla araştırılmalıdır. Palpabl nodül saptanması durumunda, bu alan işaretlenerek sintigrafik bulgularla anatomik korelasyon sağlanmalıdır.

Ultrasonografi Verisi: US ile tanımlanan nodüllerin sintigrafik karşılıklarının değerlendirilmesi, morfolojik-fonksiyonel korelasyon açısından önemlidir. Bu nedenle sintigrafik yorumlama sürecinde US raporu ve mevcutsa görüntülerle birlikte bütüncül bir değerlendirme yapılmalıdır (13).

Artefaktlar, Hata Kaynakları ve Teknik Değerlendirme

Sintigrafik görüntülerin klinik olarak yorumlanmasından önce, görüntülerin teknik kalitesinin yeterli olup olmadığı ve olası yanıltıcı faktörlerin varlığı mutlaka değerlendirilmelidir. Aksi halde yanlış pozitif veya yanlış negatif yorumlara yol açabilecek bulgular ortaya çıkabilir (29,35,36).

1. Fizyolojik ve Biyolojik Artefaktlar

Özefagus Aktivitesi: Tükürük bezlerinden salgılanan radyofarmasötigin yutulması sonucu özefagusta biriken aktivite, tiroit dokusu ile süperpoze olabilir veya ektopik doku ile karışabilir. Şüpheli durumlarda hastaya su içirilerek tekrar görüntüleme yapılması önerilir.

Yutkunma: Görüntüleme sırasında hastanın baş-boyun bölgesini mümkün olduğunca sabit tutması istenmelidir.

Sık veya belirgin yutkunma hareketleri görüntü kalitesini olumsuz etkileyebilir.

Tükürük Bezi Aktivitesi: Submandibular bezlerin fizyolojik tutulumu, tiroit bezi üst pollerini maskeleyebilir. Uygun boyun ekstansiyonu ile bu süperpozisyon azaltılabilir.

Ektopik veya Beklenmedik Fizyolojik Tutulumlar: Timus, lenf nodları, paratiroid lezyonları veya Zenker divertikülü Tc-99m perteknetat tutulumu gösterebilir ve tiroit patolojileri ile karışabilir.

Biyolojik ve Klinik Faktörler: Ekzojen iyot maruziyeti, tiroit hormon kullanımı, yakın zamanda yapılan İİAB, trakeostomi veya cerrahi girişimler ile sintigrafik rezolüsyon sınırının altındaki küçük lezyonlar yanlış değerlendirmeye neden olabilir.

2. Fiziksel ve Teknik Artefaktlar

Atenüasyon Artefaktları: Boyun bölgesindeki metal takılar veya aksesuarlar atenüasyon ve süperpozisyon artefaktlarına yol açabileceğinden çekim öncesinde çıkarılmalıdır.

Hareket Artefaktı: Çekim sırasında baş hareketi veya belirgin yutkunma, tiroit konturlarının silikleşmesine ve nodüllerin maskelenmesine neden olabilir.

Kontaminasyon: Tükürük, ter veya idrar ile oluşan deri veya giysi kontaminasyonu yalancı fokal sıcak tutulumlara yol açabilir.

Septal Penetrasyon (Yıldız Artefaktı): I-131 gibi HE ajanlarla yapılan çekimlerde uygun kolimatör kullanılmazsa, yoğun aktivite alanları etrafında yıldız şeklinde parlamalar izlenebilir. Bu nedenle I-131 görüntülemesinde HE kolimatör tercih edilmelidir.

SPECT/BT'ye Özgü Artefakt ve Hata Kaynakları

Hareket Uyumsuzluğu (Misregistration): SPECT ve BT çekimleri arasında hasta hareketine bağlı hizalanma hataları, küçük odakların yanlış lokalizasyonuna neden olabilir.

Metal Kaynaklı BT Artefaktları: Dental protezler veya cerrahi materyaller, BT görüntülerinde sertleşme artefaktı oluşturarak füzyon görüntülerini ve AC'yi olumsuz etkileyebilir.

Düşük Doz BT Sınırlılıkları: SPECT/BT'de kullanılan düşük doz BT, tanısal BT niteliği taşımaz.

Yanlış Atenüasyon Düzeltmesi: Metal artefaktları veya BT kalibrasyon hataları, SPECT görüntülerinde artmış ya da azalmış tutulum alanlarına yol açabilir.

Değerlendirme ve Görüntü Yorumlama

Sintigrafik değerlendirme; tiroit bezinin lokalizasyonu, boyutu, morfolojisi ve fonksiyonel durumu temel alınarak yapılmalıdır. Bulgular aşağıdaki kriterlere göre sınıflandırılır:

1. Normal Bulgular

Konum ve Şekil: Boyun orta hattında, trakea anterolateralinde, kelebek formunda izlenir.

Aktivite Dağılımı: Her iki lobda simetrik ve homojendir (sağ lob fizyolojik olarak sol loba göre hafifçe büyük ve aktif görünebilir).

Arka Plan: Tükürük bezleri ve mide (Tc-99m için) ile uyumlu fizyolojik tutulumlar dışında boyun arka plan aktivitesi düşüktür.

2. Nodüler Tutulum Paternleri (Sınıflandırma)

Nodüller, paranodüler normal dokuya kıyasla aktivite düzeylerine göre sınıflandırılmalıdır:

Sıcak (Hiperaktif) Nodül: Çevre dokudan daha yoğun aktivite tutan, otonomi potansiyeli yüksek nodüldür.

Soğuk (Hipoaktif) Nodül: Çevre dokudan daha az aktivite tutan veya hiç tutmayan nodüllerdir. Malignite riski taşıdıkları için mutlaka ultrasonografik özelliklerine göre (Avrupa Tiroid Görüntüleme Raporlama ve Veri Sistemi/Amerikan Tiroid Derneği) risk sınıflaması yapılmalı ve gerekirse İİAB önerilmelidir.

Ilık (Normoaktif) Nodül: Tiroit bezi ile eşdeğer aktivite gösterir. Soğuk bir nodül, önündeki veya arkasındaki normal doku nedeniyle "ılık" görünebilir (*shine-through* etkisi). Şüpheli durumlarda oblik görüntülerle veya SPECT ile değerlendirilmelidir.

Diskordan Nodül: Tc-99m perteknetat ile sıcak/ılık; I-123/I-131 ile soğuk görünen nodüldür. İyot yakalama (*trapping*) korunmuş ancak organifikasyon bozulmuştur. Malignite riski taşıdığından; bu nodüller ultrasonografik risk sınıflaması eşliğinde değerlendirilmeli ve endikasyon dahilinde İİAB için yönlendirilmelidir (41).

3. Diffüz Tutulum Paternleri

Diffüz Artmış Tutulum (Graves Hastalığı): Bez diffüz olarak büyümüştür. Aktivite dağılımı homojen ve belirgin şekilde artmıştır. Arka plan aktivitesi supresedir. Piramidal lob görünür hale gelebilir.

Diffüz Azalmış Tutulum (Tiroidit): Subakut tiroidit veya sessiz tiroiditin akut fazında, serum hormonları yüksek olmasına rağmen bezde aktivite tutulumu diffüz olarak azalmış veya tamamen kaybolmuştur. Klinik bulgular ve US ile korele edilmelidir.

Multinodüler Guatr (MNG): Bezde büyüme ile birlikte, heterojen aktivite dağılımı izlenir. Hipoaktif ve hiperaktif alanlar bir aradadır.

4. Ektopik Tiroit Dokusu

Normal lojunda tiroit dokusu izlenmeyen olgularda; dil kökü, sublingual bölge veya mediastinal alanlar araştırılmalıdır.

Raporlama

Sintigrafi raporu; klinisyenin net bir fikir edinebileceği kadar açık, standart ve yönlendirici olmalıdır. Bir tiroit sintigrafisi raporunda aşağıdaki bileşenler mutlaka yer almalıdır:

1. Kimlik ve İşlem Bilgisi

Hasta Kimliği: Adı-soyadı, protokol numarası, doğum tarihi/yaşı,

Endikasyon: Hastanın sintigrafiye yönlendirilme nedeni (örneğin; "suprese TSH ve tiroit nodülü"),

Klinik Öykü: İlaç kullanımı (antitiroid, levotiroksin vb.), geçirilmiş cerrahi, palpasyon bulguları ve korelasyon yapılan tetkikler (US, TSH, biyopsi).

Teknik Prosedür:

- Uygulanan radyofarmasötik (örneğin; Tc-99m Perteknetat),
- aktivite miktarı (Doz) ve uygulama yolu (iv/oral),
- enjeksiyon ile görüntüleme arasında geçen süre,
- varsa ek işlemler: SPECT/BT.

2. Bulgular

Bulgular bölümü, görüntüleme kalitesinin belirtilmesi ile başlamalı (örneğin; "hasta hareketine bağlı hafif artefakt mevcuttur" veya "teknik kalite yeterlidir") ve ardından sistematik olarak ilerlemelidir:

Tiroit Bezi

- **Lokalizasyon:** Normal, ektopik (lingual/sublingual) veya retrosternal uzanım,
- **Boyut:** Normal, minimal büyük veya diffüz büyük (guatr),
- **Kontur:** Düzenli veya düzensiz.

Aktivite Tutulumu

- **Yoğunluk:** Tükürük bezleri ve arka plan aktivitesine (*background*) kıyasla bezin tutulum düzeyi (normal, artmış, azalmış),
- **Dağılım:** Homojen, heterojen veya yama tarzı.

Nodüller

US veya palpasyonla saptanan nodülün sintigrafik karşılığı mutlaka tanımlanmalıdır.

- **Yerleşim:** Nodül/nodüllerin lokalizasyonu belirtilmelidir örn: sağ lob alt pol, sol lob orta kesim),
- **Fonksiyon:** Hipoaktif, normoaktif veya hiperaktif,
- **Supresyon:** Hiperaktif nodül varsa, paranodüler dokunun baskılanma derecesi belirtilmelidir.

Ek Bulgular

- Piramidal lob görülmesi durumunda köken aldığı bölge belirtilmelidir.
- Varsa SPECT/BT kesitlerinde izlenen insidental patolojiler.

3. Karşılaştırma

Varsa hastanın daha önce yapılmış sintigrafileri ile karşılaştırma yapılmalıdır. Nodül aktivitesindeki değişiklikler belirtilmelidir.

4. Sonuç ve Yorum

Bulgular sentezlenerek kesin tanıya veya tanısal olasılıklara işaret edilmelidir. Klinisyeni yönlendirecek net ifadeler kullanılmalıdır.

5. Sınırlamalar

Tetkinin duyarlılığını etkileyen durumlar (örneğin; hastanın işlem öncesi iyotlu kontrast madde alımı, çok küçük nodül boyutu) varsa not düşülmeli ve gerekli önerilerde bulunulmalıdır.

Kalite Kontrol ve Radyasyon Güvenliği

Sintigrafik görüntülemenin tanısal doğruluğunu güvence altına almak ve cihaz kaynaklı hataları önlemek için; gama kamera ve SPECT/BT sistemlerinin rutin Kalite Kontrol prosedürleri, üretici firmanın belirlediği periyotlarda ve uluslararası standartlara uygun olarak eksiksiz yerine getirilmelidir.

Radyasyon güvenliği uygulamalarında, hasta, personel ve toplum sağlığını korumak amacıyla ALARA prensipleri temel alınmalıdır. Radyasyon güvenliği ve atık yönetimi konularında; ilgili sağlık kuruluşunun iç talimatlarına, ulusal mevzuata ve Türkiye Nükleer Tıp Derneği kılavuz önerilerine titizlikle uyulmalıdır.

Sonuç

Tiroit sintigrafisi, tiroit hastalıklarının yönetiminde fonksiyonel ve anatomik veriyi birleştiren vazgeçilmez bir

tanı aracıdır. Bu kılavuzda tanımlanan standartlaştırılmış görüntüleme ve yorumlama yaklaşımlarının uygulanması, tanısal doğruluğun artırılmasına, gereksiz girişimlerin önlenmesine ve hasta yönetiminin optimize edilmesine katkı sağlayacaktır.

Dipnotlar

Çıkar Çatışması: Yazar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Kaynaklar

1. Chung JK. Sodium iodide symporter: its role in nuclear medicine. J Nucl Med. 2002;43:1188-1200.
2. Ramos CD, Zantut Wittmann DE, Etchebehere EC, Tambascia MA, Silva CA, Camargo EE. Thyroid uptake and scintigraphy using ^{99m}Tc pertechnetate: standardization in normal individuals. Sao Paulo Med J. 2002;120:45-48.
3. Petranović Ovčariček P, Calderoni L, Campenni A, Fanti S, Giovanella L. Molecular imaging of thyroid and parathyroid diseases. Expert Rev Endocrinol Metab. 2024;19:317-333.
4. Giovanella L, Avram AM, Iakovou I, et al. EANM practice guideline/SNMMI procedure standard for RAIU and thyroid scintigraphy. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2019;46:2514-2525.
5. Giovanella L, Campenni A, Tuncel M, Petranović Ovčariček P. Integrated diagnostics of thyroid nodules. Cancers (Basel). 2024;16:311.
6. Novruzov E, Schmitt D, Mattes-György K, et al. Inter-reader agreement and additive benefit of SPECT or SPECT/CT modality with [^{99m}Tc]Tc-pertechnetate scintigraphy imaging for the assessment of thyroid nodules in a tertiary care center. EJNMMI Rep. 2025;9:29.
7. Zhao H, Zheng C, Zhang H, et al. Diagnosis of thyroid disease using deep convolutional neural network models applied to thyroid scintigraphy images: a multicenter study. Front Endocrinol (Lausanne). 2023;14:1224191.
8. Qiao T, Liu S, Cui Z, et al. Deep learning for intelligent diagnosis in thyroid scintigraphy. J Int Med Res. 2021;49:300060520982842.
9. Bagheri S, Hajianfar G, Sabouri M, et al. Impact of field-of-view zooming and segmentation batches on radiomics features reproducibility and machine learning performance in thyroid scintigraphy. Clin Nucl Med. 2025;50:683-694.
10. Giovanella L, Avram A, Clerc J. Molecular imaging for thyrotoxicosis and thyroid nodules. J Nucl Med. 2021;62(Suppl 2):20S-25S.
11. Trimboli P, Bojunga J, Deandrea M, et al. Reappraising the role of thyroid scintigraphy in the era of TIRADS: a clinically-oriented viewpoint. Endocrine. 2024;85:1035-1040.
12. Sollmann L, Eveslage M, Danzer MF, et al. Additional value of pertechnetate scintigraphy to American College of Radiology Thyroid Imaging Reporting and Data Systems and European Thyroid Imaging Reporting and Data Systems for Thyroid Nodule Classification in euthyroid patients. Cancers (Basel). 2024;16:4184.

13. Abboud F, Alsiddig H, Haddad S, Daradkeh B, Bayat G, Haneyah F. Comparative cross-sectional study of ultrasonography and thyroid scintigraphy findings in adult patients with nodular goiter. *Medicine (Baltimore)*. 2025;104:e42019.
14. Campennì A, Ovčariček PP, Giovanella L. On the rational use of thyroid scintigraphy in thyrotoxic patients in the age of integrated diagnostics. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2024;51:1682-1684.
15. Dizdarevic S, McCready VR, Skalonja M. Thyrotoxicosis is no insurance against thyroid cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2024;51:1675-1677.
16. Bai QS, Shen LN, Wu CL, Tan J, Yang M, Xue XL. Imaging evaluation of amiodarone-induced thyroid dysfunction: ultrasonographic and radionuclide findings with clinical correlation. *Quant Imaging Med Surg*. 2025;15:12645-12654.
17. Amoako Y, Hammond E, Assasie-Gyimah A, Sarfo-Kantanka O. Thyroid scintigraphy in the management of benign thyroid disease. *Ghana Med J*. 2018;52:242.
18. Li WL, Chan TK, Ng KK, Kung BT. Predictive value of technetium-99m sodium pertechnetate thyroid scintigraphy in determining the permanence of congenital hypothyroidism. *J Clin Imaging Sci*. 2025;15:3.
19. Sumathy S, Palanivel S, Nagaraju K, et al. The role of neck ultrasonography and nuclear imaging in the diagnosis of congenital hypothyroidism. *Indian J Endocrinol Metab*. 2024;28:611-616.
20. Tsujioka Y, Yamada Y, Hasegawa T, Hashimoto M, Jinzaki M. Imaging findings of thyroid diseases in children. *Clin Pediatr Endocrinol*. 2025;34:89-104.
21. Taishan W, Alessa M, Alsaleh M, et al. Diagnostic utility of thyroid scan and ultrasound in managing thyroglossal cysts: a systematic literature review. *J Med Life*. 2025;18:517-525.
22. Aldawas G, Ragab S. A review of thyroid rests: from embryology to clinical management. *Cureus*. 2025;17:e95027.
23. Van den Bruel A, Drieskens P, Van Haecke H, et al. Graves' disease in ectopic thyroid tissue: a scoping review and a case study. *Eur Thyroid J*. 2025;14:e250135.
24. Schenke SA, Görges R, Seifert P, Zimny M, Kreissl MC. Update on diagnosis and treatment of hyperthyroidism: ultrasonography and functional imaging. *Q J Nucl Med Mol Imaging*. 2021;65:102-112.
25. Ahn BC. Retrosternal goiter visualized on ^{99m}Tc pertechnetate SPECT/CT, but not on planar scintigraphy. *Clin Nucl Med*. 2016;41:e169-e170.
26. Ozdemir D, Cuhaci FN, Ozdemir E, et al. The role of postoperative Tc-99m pertechnetate scintigraphy in estimation of remnant mass and prediction of successful ablation in patients with differentiated thyroid cancer. *Nucl Med Commun*. 2016;37:640-645.
27. Aydin F, Sipahi M, Budak ES, et al. Role of Tc-99m pertechnetate for remnant scintigraphy, post-thyroidectomy, and serum thyroglobulin and antithyroglobulin antibody levels in the patients with differentiated thyroid cancer. *Ann Nucl Med*. 2016;30:60-67.
28. Chantadisai M, Kingpetch K. Usefulness of (99m)Tc-pertechnetate whole body scan with neck and chest SPECT/CT for detection of post-surgical thyroid remnant and metastasis in differentiated thyroid cancer patients. *Ann Nucl Med*. 2014;28:674-682.
29. Töre G, Özkılıç H, Kır M, Yüksel D. TNTD, tiroit sintigrafisi uygulama kılavuzu 2.0. *Nuclear Med Seminars*. 2015;1:41-43.
30. Silberstein EB, Alavi A, Balon HR, et al. The SNMMI practice guideline for therapy of thyroid disease with ¹³¹I 3.0. *J Nucl Med*. 2012;53:1633-1651.
31. Drugs and Lactation Database (LactMed®) [Internet]. Bethesda (MD): National Institute of Child Health and Human Development; 2006-. Sodium Iodide I 131. [Updated 2024 Nov 15]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK501563/>
32. Canbaz Tosun F. Tiroit sintigrafisi. *J Exp Clin Med*. 2012;29:S289-S300.
33. Lassmann M, Treves ST; EANM/SNMMI Paediatric Dosage Harmonization Working Group. Paediatric radiopharmaceutical administration: harmonization of the 2007 EANM paediatric dosage card (version 1.5.2008) and the 2010 North American consensus guidelines. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2014;41:1036-1041.
34. Treves ST, Fahey FH, Ferrer Valencia V, et al. 2024 update of the North American Consensus guidelines for pediatric administered radiopharmaceutical activities. *J Nucl Med Technol*. 2025;53:193-197.
35. Balon HR, Silberstein EB, Meier DA, et al. Society of Nuclear Medicine procedure guideline for thyroid scintigraphy. Version 3.0. Reston (VA): Society of Nuclear Medicine; 2006.
36. Becker D, Charles ND, Dworkin H, et al. Procedure guideline for thyroid scintigraphy: 1.0. Society of Nuclear Medicine. *J Nucl Med*. 1996;37:1264-1266.
37. ACR-ACNM-SNMMI-SPR. ACR-ACNM-SNMMI-SPR Practice Parameter for the Performance of Scintigraphy and Uptake Measurements for Benign and Malignant Thyroid Disease. Revised 2024 (Resolution 16) [Internet]. Available from: <https://gravitas.acr.org/PPTS/GetDocumentView?docId=60>
38. Kristensen MH, Abrahamsen J, Thomsen HH. Intrathoracic goiter visualized on iodine-123 and technetium-99m single-photon emission computed tomography/computed tomography. *World J Nucl Med*. 2021;20:377-378.
39. Bozkurt MF, Demir H, Şanlı Y, et al. Tümör görüntüleme SPECT-BT hibrid görüntüleme uygulama kılavuzu. İstanbul: Türkiye Nükleer Tıp Derneği; 2010.
40. Serrano B, Amblard R, Beaumont T, et al. Quantitative analysis of ^{99m}Tc-pertechnetate thyroid uptake with a large-field CZT gamma camera: feasibility and comparison between SPECT/CT and planar acquisitions. *EJNMMI Phys*. 2023;10:45.
41. Kusić Z, Becker DV, Saenger EL, et al. Comparison of technetium-99m and iodine-123 imaging of thyroid nodules: correlation with pathologic findings. *J Nucl Med*. 1990;31:393-399.