



**Associazione Italiana di Medicina Nucleare
Imaging Molecolare e Terapia**

RACCOMANDAZIONI PROCEDURALI PER LA SCINTIGRAFIA PARATIROIDEA

Revisione 2025 a cura di Isabella Bruno¹ e Carmelo Caldarella²

¹ UOC di Medicina Nucleare-Centro PET/CT, Ente Ecclesiastico Ospedale Generale Regionale “F.Miulli”, Acquaviva delle Fonti (Bari), Italia.

² UOC di Medicina Nucleare, Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS, Roma, Italia.

SCINTIGRAFIA PARATIROIDEA

Indicazioni cliniche	- Localizzazione di paratiroidi iperfunzionanti in pazienti con iperparatiroidismo primitivo già diagnosticato. Raccomandata in fase preoperatoria nelle procedure di chirurgia mininvasiva e nella recidiva/persistenza di iperparatiroidismo dopo paratiroidectomia. - Localizzazione di paratiroidi iperfunzionanti in pazienti con iperparatiroidismo secondario refrattario alla terapia farmacologica o terziario (autonomizzazione funzionale di iperplasia paratiroidea). - Raccomandata in fase preoperatoria nella recidiva/persistenza di iperparatiroidismo dopo paratiroidectomia. - Nei casi di iperparatiroidismo primitivo in cui la diagnostica convenzionale effettuata mediante ecografia del collo e/o scintigrafia con sestaMIBI o tetrofosmina planare e/o SPECT/CT, sia negativa o non conclusiva, è indicato eseguire PET/CT con ¹⁸F-fluorocolina (quest'ultima erogabile dal SSN per tale indicazione dopo la Determina 113166 inserita nella G.U.R.I. n° 238 del 05/10/2021)	
Controindicazioni	- Gravidanza - Allattamento. Sospensione dell'allattamento per 24 h - Incapacità del paziente a cooperare con la procedura	
Procedure pre-esame	Fase di Programmazione dell'esame: - Verifica dell'appropriatezza del quesito clinico proposto. - Raccolta informazioni anagrafiche e clinico-anamnestiche (pregressa chirurgia o irradiazione del collo, familiarità per iperparatiroidismo, patologia tiroidea nota), dei dati biochimici (PTH, calcemia totale e ionizzata, vitamina D, TSH, fT3 e fT4), dei dati strumentali inerenti al quesito clinico (ecografie, TC, RM, precedenti esami scintigrafici) e delle terapie in atto (vitamina D, calcio, calciomimetici e terapia sostitutiva tiroidea). - Esame obiettivo del collo. - Verifica della assenza di claustrofobia, della capacità del paziente di rimanere sdraiato fermo sul lettino della gamma-camera per tutta la durata dell'esame. - Eventuale sospensione dei farmaci che possono interferire con l'uptake dei traccianti utilizzati (Tabella 1).	
	Classe Farmacologica	Commento
	Mezzi di contrasto radiologici contenenti iodio, amiodarone, farmaci contenenti iodio	Meccanismo di saturazione da iodio "freddo". Eseguire scintigrafia con tecnica di sottrazione non prima di 4-6 settimane da indagini con mezzo di contrasto e 2-6 mesi da assunzione di amiodarone; in alternativa eseguire scintigrafia con tecnica "dual phase".
	Terapia tiroidea sostitutiva	Non è necessaria la sospensione.
	Vitamina D3	Può ridurre l'uptake paratiroideo del ^{99m} Tc-sestaMIBI Raccomandato sospendere assunzione di Vitamina D3 per almeno 2 settimane.
	Calciomimetici	Possono ridurre l'uptake paratiroideo del ^{99m} Tc-sestaMIBI. Sospendere calciomimetici per almeno 10 giorni.
	Calcio-antagonisti	Potenzialmente modificano l'uptake del ^{99m} Tc-sestaMIBI.
<i>Tabella 1. Farmaci che possono interferire con l'uptake dei radiofarmaci per scintigrafia paratiroidea</i>		

	- Non sono attualmente note interferenze farmacologiche per l'indagine PET/CT con ^{18}F-fluorocolina - non è necessario il digiuno per lo studio con $^{99\text{m}}\text{Tc}$-sestaMIBI o PET/CT con ^{18}F-fluorocolina Fase di Pre-iniezione: - Verifica del quesito clinico, della corretta comprensione da parte del paziente delle caratteristiche dell'esame che gli è stato richiesto e delle procedure a cui verrà sottoposto, firma del consenso informato.
Precauzioni	- Osservanza delle norme e raccomandazioni radioprotezionistiche. - Continua supervisione del paziente durante la fase di acquisizione dell'esame.
Radiofarmaci e dosimetria	$^{99\text{m}}\text{Tc}$-2-methoxyisobutylisonitrile (sestaMIBI): attività somministrata per adulto 400-900 MBq. Il farmaco commercializzato richiede adeguata procedura di marcatura. Utilizzabile sia con tecnica del Doppio Tracciante (sottrazione), sia con tecnica Dual-Phase. $^{99\text{m}}\text{Tc}$-pertechnetato: attività somministrata per adulto 74-150 MBq. Non richiede alcuna preparazione. ^{123}I-Ioduro di sodio: attività somministrata per adulto 7.4-14.8 MBq. Il prodotto viene commercializzato pronto per l'uso. ^{18}F-fluorocolina: attività somministrata per adulto 100-300 MBq (o 1.5–3.2 MBq/kg) Estratto determina AAM/A.I.C. n. 19/2022 del 1° febbraio 2022 Per tutti i radiofarmaci la via di somministrazione è quella endovenosa. Nei bambini si raccomanda di ridurre la dose secondo le indicazioni dell'EANM (EANM Pediatric Dosage Card vers. 5.7.2016; Lassmann et al Eur J Nucl Med Mol Imaging 2014;41: 1036–41). La Dose Efficace (in mSv/MBq) dei radiofarmaci utilizzabili è la seguente: $^{99\text{m}}\text{Tc}$-sestaMIBI 0,007; $^{99\text{m}}\text{Tc}$-pertechnetato 0,016; ^{123}I-Ioduro di sodio 0,118; ^{18}F-fluorocolina: 0,020
Controlli di qualità delle apparecchiature	I controlli di qualità delle apparecchiature non sono oggetto di questo documento. Si consiglia di far riferimento ai documenti EANM, SNM, IAEA e a quanto consigliato dalle ditte costruttrici
Procedura di acquisizione	A-TECNICA DEL DOPPIO TRACCIANTE (SOTTRAZIONE) Tecnica accurata sia nei casi di iperparatiroidismo primario che secondario/terziario e di veloce esecuzione; poco accurata se coesistente patologia tiroidea nodulare; non eseguibile se la tiroide è assente o non visualizzabile (inibizione farmacologia). Necessaria esperienza nella sottrazione digitale delle immagini. - Attività somministrate: 10-20 MBq ^{123}I-Ioduro di sodio o 74-150 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$-pertechnetato; 400-900 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$-sestaMIBI. - Immagine planare del collo e del mediastino a 2-4 ore dalla somministrazione di ^{123}I o 20-30 minuti dalla somministrazione di $^{99\text{m}}\text{Tc}$-pertechnetato. - Immagine planare del collo e del mediastino 5-15 min dopo la somministrazione di $^{99\text{m}}\text{Tc}$-sestaMIBI. - Il paziente deve rimanere immobile tra le due acquisizioni. - Collimatore con fori paralleli ad alta risoluzione o, se disponibile, pinhole. - Energia: 140 KeV ($^{99\text{m}}\text{Tc}$); 159 KeV (^{123}I). Si suggerisce l'uso di una finestra di acquisizione dello ^{123}I asimmetrica (-4% +10%) per evitare cross-talk nel caso di acquisizione multi picco. - Matrice 128x128, zoom da 1.3 a 2 (anche in relazione al campo di vista della gammacamera) - Durata acquisizione: 5-10 min (acquisizione "tiroidea"); 10-20 min (acquisizione $^{99\text{m}}\text{Tc}$-sestaMIBI).

	• L'acquisizione delle immagini statiche può essere sostituita da una unica acquisizione dinamica per riconoscere eventuali movimenti del paziente (scartare eventuali frame, riallineare eventuali frame) • Se si impiega ^{123}I-Ioduro può essere effettuata acquisizione di immagini contemporanee su doppio fotopicco. • Si può integrare nel protocollo la somministrazione di LUGOL SOLUZIONE FORTE al 5% (prodotto dalla Farmacia Ospedaliera su richiesta del Medico, come farmaco "GALENICO MAGISTRALE") per os al fine di determinare il wash-out del tracciante tiroideo. B- TECNICA "DUAL PHASE" Può essere impiegato solo il $^{99\text{m}}\text{Tc}$-sestaMIBI. Tecnica accurata solo nell'iperparatiroidismo primario; è di semplice esecuzione ma richiede tempi lunghi; • Attività somministrata: 400-900 MBq di $^{99\text{m}}\text{Tc}$-sestaMIBI • Immagine planare precoce (a 10-15 min dalla somministrazione) di collo e mediastino, immagine planare tardiva (a 2 h) del collo ed eventuali ulteriori immagini tardive in caso di lento wash-out tiroideo del tracciante. • Collimatore con fori paralleli ad alta risoluzione o, se disponibile, pinhole. • Energia: 140 KeV ($\pm 10\%$) • Matrice 128X128, zoom da 1.3 a 2 • Tempo di acquisizione: 10' C-TECNICA "INTEGRATA" (Dual Phase + Imaging tiroideo) La tecnica "Dual Phase" può essere integrata con imaging tiroideo con $^{99\text{m}}\text{Tc}$-pertechnetato da eseguire al termine dell'indagine (o anche in altro giorno); in tal modo si superano i limiti delle altre tecniche al costo di tempi di esecuzioni più lunghi. Tecnica accurata sia nell'iperparatiroidismo primitivo che secondario/terziario, utile soprattutto nei casi di washout tiroideo del sestaMIBI uniformemente veloce o lento e nelle aree geografiche ad alta prevalenza di tireopatie nodulari. Richiede di bilanciare opportunamente le dosi dei radiofarmaci (ad es: sestaMIBI 370MBq; $^{99\text{m}}\text{Tc}$- pertechnetato 150MBq) modificando di conseguenza i tempi di acquisizione (ad es: $^{99\text{m}}\text{Tc}$-sestaMIBI 15 min, $^{99\text{m}}\text{Tc}$-pertechnetato 5 min). L'imaging con $^{99\text{m}}\text{Tc}$-pertechnetato può anche essere eseguito in altro giorno; in tal caso si usano le attività standard. PROIEZIONI LATERALI ED OBLIQUE. Possono risultare utili in casi selezionati nel dirimere dubbi interpretativi.
--	--

	SPECT E SPECT/CT. Lo studio tomografico risulta particolarmente indicato nei casi di ectopia ghiandolare, sospetta malattia multighiandolare, concomitante tireopatia nodulare e casi di ricorrenza o persistenza di malattia dopo paratiroidectomia. La SPECT è in genere eseguita in aggiunta/integrazione alla tecnica Dual Phase. È consigliabile eseguire la SPECT subito dopo l'imaging planare precoce con ^{99m}Tc-sestaMIBI (a circa 25-30 min dall'iniezione); un'ulteriore acquisizione tomografica in fase tardiva può risultare indicata solo nei casi di ectopia ghiandolare. L'integrazione con esame CT, eseguito nella stessa sessione, in caso si disponga di gamma-camera ibrida SPECT/CT, incrementa la confidenza diagnostica ed appare particolarmente utile nei casi di ectopia ghiandolare. • Attività somministrata: 555-740 MBq di ^{99m}Tc-sestaMIBI • Collimatore con fori paralleli ad alta risoluzione • Energia: 140 KeV ($\pm 10\%$) • Matrice 64x64 o 128X128, zoom da 1 a 2 anche in relazione al campo di vista della gamma camera • Modalità di acquisizione di tipo step and shoot. • Orbita circolare di 180°- 360°. • Campionamento angolare pari a 3° • Tempo/step: 15-25 sec/step. D - PET/CT con ^{18}F-fluorocolina Eseguibile solo in pazienti con diagnostica convenzionale negativa o non conclusiva ed indicazione chirurgica. • Attività somministrata: 100-300 MBq di ^{18}F-fluorocolina • TC scout per definire il campo di acquisizione; TC "low-dose" del collo e del mediastino per la correzione dell'attenuazione e la localizzazione anatomica PET. • È consigliabile immobilizzare il capo del paziente per ridurre al minimo eventuali disallineamenti tra PET e TC • Acquisizione PET: statica del collo e del mediastino a 45-60 minuti (eventualmente preceduta da statica collo e mediastino a 15-20 minuti) • Possibile acquisizione PET globale corporea in casi selezionati (pazienti con neoplasia prostatica nota) • I tempi di acquisizione per lettino dipendono dall'attività somministrata e dal tipo di apparecchiatura utilizzata (es: tipo di cristallo, 2D vs 3D ecc.); per i pazienti obesi e per i pazienti pediatrici è consigliato aumentare i tempi di acquisizione. • Matrice 256x256 o 512x512, zoom 1.8-2.0
Elaborazione e ricostruzione delle immagini	A-TECNICA DOPPIO TRACCIANTE (SOTTRAZIONE) • Smoothing e normalizzazione delle immagini tiroidea e con ^{99m}Tc-sestaMIBI (utilizzare immagini "compattate" nel caso di acquisizione dinamica). • Verifica e correzione di eventuali disallineamenti e movimenti con eventuale impiego di ROI. • Sottrazione dell'imaging tiroideo a quello ottenuto con ^{99m}Tc-sestaMIBI scegliendo un opportuno fattore di sottrazione in modo da ottenere nell'area tiroidea un'entità di segnale simile a quella del fondo circostante. Sono disponibili software dedicati che forniscono immagini ottenute con diversi fattori di sottrazione.

	B-TECNICA “DUAL PHASE” - Non richiede elaborazione delle immagini scintigrafiche. C-TECNICA “INTEGRATA” (Dual Phase + Imaging tiroideo) - Può non richiedere elaborazione delle immagini scintigrafiche; consente la sottrazione dell'immagine tiroidea all'immagine precoce con sestaMIBI ma in tal caso la procedura di riallineamento e sottrazione delle immagini è assai critica ai fini dell'accuratezza diagnostica e richiede esperienza. SPECT E SPECT/CT - Correzione per l'uniformità di campo e centro di rotazione (in genere procedure automatiche) - Revisione dei dati di proiezione in cine loop per verificare l'assenza di grossolani movimenti del paziente. Utile anche la valutazione del sinogramma. - Ricostruzione tomografica mediante metodo di backprojection filtrata o con metodi iterativi. In assenza di programmi di ricostruzione SPECT dedicati all'imaging paratiroideo può essere necessario eseguire più di una ricostruzione impiegando filtri diversi al fine di ottimizzare la risoluzione spaziale. - Correzione per l'attenuazione se si utilizza SPECT/CT PET/CT - L'elaborazione e la ricostruzione delle immagini dipendono dalla modalità di acquisizione (2D, 3D) e dal tipo di tomografo utilizzato (tipo di cristallo, time-of-flight, ecc.). In generale: i dati PET devono essere corretti per il tempo morto, per le coincidenze random, di scatter e per l'attenuazione; gli algoritmi di ricostruzione più utilizzati sono quelli iterativi (3D-RAMLA, OS-EM, TRUE-X, PSF-TOF) - Ricostruire le immagini PET con e senza correzione per l'attenuazione (per evitare potenziali artefatti di ricostruzione causati dalla correzione per l'attenuazione su base TC, particolarmente importanti in una regione come quella del collo facilmente soggetta a movimento). Visualizzare le immagini PET in proiezione transassiale, coronale, sagittale e MIP (maximum intensity projections) - Ricostruire i dati TC utilizzando la retroproiezione filtrata o algoritmi simili, variabili a seconda dell'impiego di TC “low-dose” o a dose piena con m.d.c.
Interpretazione delle immagini	A-TECNICA DOPPIO TRACCIANTE (SOTTRAZIONE) - Individuazione e localizzazione di aree di accumulo focale di sestaMIBI evidenti dopo sottrazione di immagini; verifica/confronto con le immagini non sottratte. - Individuazione e localizzazione di aree di accumulo focale nel mediastino o al di fuori delle sedi di distribuzione fisiologica dei traccianti sospette per paratiroidi ectopiche. B-TECNICA “DUAL PHASE” - Valutazione comparativa delle immagini precoci e tardive con individuazione e localizzazione di aree di incrementato o persistente accumulo del ^{99m}Tc-sestaMIBI; - Individuazione e localizzazione di aree di accumulo focale del ^{99m}Tc-sestaMIBI nel mediastino o al di fuori delle sue sedi di distribuzione fisiologica sospette per paratiroidi ectopiche. C-TECNICA “INTEGRATA” (Dual Phase + Imaging tiroideo) - Impiego dei criteri interpretativi della tecnica Dual Phase con l'aggiunta della valutazione qualitativa a confronto dell'imaging tiroideo. - Impiego dei criteri interpretativi della tecnica Doppio Tracciante se eseguita sottrazione di immagini. D- PET/CT Individuazione e localizzazione di aree di accumulo focale di ¹⁸F-fluorocolina nelle sedi delle ghiandole paratiroidi (posteriormente ai lobi tiroidei), in sede ectopica (collo e/o mediastino, intra-tiroidea se non correlata a nodularità tiroidea). Considerare possibili falsi positivi quali linfonodi reattivi (soprattutto latero-cervicali e mediastinici), tuttavia in genere multipli.

Report Finale SPET, SPET/CT PET/CT	• IDENTIFICAZIONE. È la parte che comprende i campi che identificano il paziente, la struttura in cui si è svolto l'esame, la data dell'esame, il tipo di esame, il tipo e l'attività dei traccianti somministrati al paziente. I campi che generalmente identificano il paziente sono il nome, il cognome, la data di nascita, l'identificativo di archivio con cui il paziente viene identificato nella struttura sanitaria o nel reparto di Medicina Nucleare. • QUESITO CLINICO. È la parte dedicata al quesito clinico ed alla compilazione della sintesi della storia clinica del paziente, inclusa l'effettuazione di indagini biomorali e strumentali precedenti alla scintigrafia paratiroidea. • PROCEDURA. È la parte dedicata alla descrizione del protocollo e della strumentazione utilizzata per l'acquisizione delle immagini. • CORPO DEL TESTO. E' la parte in cui si descrive il quadro scintigrafico definendo in particolare la presenza/assenza di aree di alterata distribuzione dei traccianti, sia di pertinenza paratiroidea che tiroidea, il loro numero e localizzazione rispetto alla tiroide e, se disponibili immagini SPECT/CT o altre indagini strumentali, rispetto alle strutture anatomiche circostanti; opportuno indicare anche la presenza di immagini "non tipiche" per paratiroidi iperfunzionanti (ipotesi interpretative saranno riportata nella sezione Conclusioni). Specificare l'eventuale presenza di fattori che possono aver limitato la accuratezza diagnostica (artefatti da movimento, una scarsa statistica di conteggio, la insufficiente captazione dei traccianti tiroidei per inibizione farmacologia, difficoltà di riallineamento e/o correzione per l'attenuazione TC). • CONCLUSIONI. È la parte in cui si risponde in modo chiaro al quesito clinico proposto circa la presenza/assenza, numero e localizzazione di paratiroidi iperfunzionanti scintigraficamente rilevabili. È opportuno effettuare anche il confronto con i risultati delle altre indagini strumentali eseguite (ecotomografia, TC, RM e precedenti scintigrafie). In presenza di quadri scintigrafici di dubbia interpretazione per motivi tecnici (ad es. difficoltà nella sottrazione digitale), per entità esigua del reperto (paratiroide molto piccola?), per anomalo comportamento del wash-out differenziale (ad es. scomparsa tardiva di un iperaccumulo precoce), per anomalia di sede (ad es. laterale nel collo), o perché l'attribuzione del reperto a paratiroide iperfunzionante è incerta (ad es. correlazione clinico-strumentale che orienta per un nodulo tiroideo solido o per grasso bruno ecc.) è consigliabile comunque segnalare il quadro con le possibili ipotesi interpretative, al fine di consentire al chirurgo di pianificare al meglio l'intervento ed eventualmente estendere l'esplorazione del collo. Al termine delle conclusioni devono essere riportati i dati che identificano gli operatori che hanno seguito il paziente durante il percorso diagnostico in Medicina Nucleare: nome cognome e firma del Medico Nucleare, nome e cognome del Tecnico che ha acquisito l'esame ed eventualmente nome e cognome dell'Infermiere che ha preparato il paziente e lo ha accompagnato nel percorso.
Sorgenti di errore SPET, SPET/CT PET/CT	• Iniezioni fuori vena, artefatti da movimento, artefatti correlati alla strumentazione (ad esempio, non corretto centro di rotazione, difetti di uniformità della testa), artefatti correlati alle procedure di elaborazione (ad esempio: errori di riallineamento, ipo- ipersottrazione delle immagini, correzione per l'attenuazione TC), interferenze farmacologiche. • Particolare attenzione deve essere posta nell'interpretazione dell'indagine nei soggetti con coesistente patologia tiroidea, con potenziale patologia paratiroidea multighiandolare o affetti da linfadenopatie laterocervicali da neoplasie note.
Bibliografia	• Petra Petranović Ovčariček, Luca Giovannella, et. al. The EANM practice guidelines for parathyroid imaging. Eur J Nucl Med Mol Imaging. (2021) 48:2801-2822 • Petra Petranović Ovčariček, Luca Giovannella, Elif Hindie et. al. An essential practice summary of the new EANM guidelines for parathyroid imaging. Q J Nucl Med Mol Imaging. 2022 Jun;66(2):93-103. doi: 10.23736/S1824-4785.22.03427-6. • Woods AM, Bolster AA, et al. Dual-isotope subtraction SPECT/CT in parathyroid localization. Nucl Med Commun 2017; 38: 1047-54 • Michaud L, Burgess A, et al. Is 18F-fluorocholine-positron emission tomography/computerized tomography a new imaging tool for detecting hyperfunctioning parathyroid glands in primary or secondary hyperparathyroidism? J Clin Endocrinol Metab 2014; 99:4531-6 • Michael Lassmann¹, S Ted Treves; 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 May;41(5):1036-41. doi: 10.1007/s00259-014-2731-9. • Giovanella L., Bacigalupo L., Treglia G., Picardo A. Will 18F-fluoro-choline PET/CT replace other methods of preoperative parathyroid imaging? Endocrine 2021; 71:285-97
--	--