



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

RACCOMANDAZIONI PROCEDURALI

in

PEDIATRIA

Vrs. 04/2025

A cura di Diego De Palma

INDICE

SCINTIGRAFIA RENALE DINAMICA CON DIURETICO	1
INDICAZIONI	1
PROCEDURE PRE---ESAME	1
INFORMAZIONI SPECIFICHE DA RACCOGLIERE	1
RADIOFARMACI E DOSI	1
TEST PROVOCATIVO	1
ACQUISIZIONE.....	2
ELABORAZIONE	2
INTERPRETAZIONE	2
REPORT FINALE.....	3
SORGENTI DI ERRORE.....	3
 CISTO-SCINTIGRAFIA DIRETTA	 4
INDICAZIONI	4
PROCEDURE PRE---ESAME	4
INFORMAZIONI SPECIFICHE DA RACCOGLIERE	4
PRECAUZIONI.....	4
RADIOFARMACI E DOSI	4
ACQUISIZIONE.....	4
ELABORAZIONE	5
INTERPRETAZIONE	5
REPORT FINALE.....	5
SORGENTI DI ERRORE.....	5
 CISTO-SCINTIGRAFIA INDIRETTA	 6
INDICAZIONI	6
PROCEDURE PRE---ESAME	6
INFORMAZIONI SPECIFICHE DA RACCOGLIERE	6
PRECAUZIONI.....	6
RADIOFARMACI E DOSI	6
ACQUISIZIONE.....	6
ELABORAZIONE	6
INTERPRETAZIONE	6
REPORT FINALE.....	6
SORGENTI DI ERRORE.....	7
 SCINTIGRAFIA POLMONARE	 8
INDICAZIONI	8
CONTROINDICAZIONI	8
PROCEDURE PRE---ESAME	8
INFORMAZIONI SPECIFICHE DA RACCOGLIERE	8
PRECAUZIONI.....	8
RADIOFARMACI E DOSI	8
ACQUISIZIONE.....	9
ELABORAZIONE	10
INTERPRETAZIONE	10
REPORT FINALE.....	10
SORGENTI DI ERRORE.....	10

SCINTIGRAFIA RENALE DINAMICA CON DIURETICO

Indicazioni	⊄ Idronefrosi ⊄ Megauretere ⊄ Malformazioni complesse (duplicità pielo-ureterali, ectopia renale, ecc.) ⊄ Ipertensione nefrovascolare ⊄ Trapianto renale ⊄ In generale quando sia richiesta una valutazione della funzionalità renale separata
Procedure pre-esame	⊄ Indispensabile una buona idratazione. A questo scopo è utile incoraggiare a bere prima dell'esame i bambini in grado di collaborare, ad esempio nell'intervallo di tempo durante il quale si attende l'effetto della crema anestetica, se impiegata. In alternativa si può procedere ad una idratazione per via endovenosa con polisalina pediatrica (10- 15 ml/kg nei 30' precedenti l'inizio dell'indagine), che viene mantenuta a goccia lenta fino al termine della procedura. Nei lattanti è opportuno programmare l'allattamento per ottenere la massima tranquillità al momento dell'acquisizione. ⊄ Sedazione: abitualmente non necessaria. Qualora ritenuta indispensabile, si procede secondo le procedure stabilite in sede locale, previo accordo caso per caso con il pediatra che ha in carico il paziente. ⊄ Catetere vescicale: da riservare alle situazioni in cui sia essenziale controllare lo svuotamento vescicale, tipicamente nel caso di ectopie renali pelviche oppure per una valutazione estremamente accurata della giunzione uretero-vescicale o per eliminare l'interferenza di un reflusso vescico-ureterale.
Informazioni specifiche da raccogliere	⊄ Anamnesi e obiettività, indicazione, terapia, sintomi, fattori di rischio, procedure eseguite, esame obiettivo, altre indagini strumentali. ⊄ È opportuno accertarsi che il bambino non presenti un'allergia ai sulfamidici, che possono dare reazioni crociate con la furosemide.
Radiofarmaci e dosi	⊄ I radiofarmaci ad estrazione tubulare (^{99m}Tc-MAG3 e ^{123}I-OIH) sono preferibili al ^{99m}Tc-DTPA, perchè forniscono immagini con minore attività di fondo e con un miglior rapporto rene-fondo, specie nei lattanti. Risulta quindi più facile il calcolo della funzionalità renale separata, anche in presenza di reni ancora immaturi e/o di riduzioni molto marcate della funzionalità del singolo rene. ⊄ Attività calcolata in base al peso corporeo facendo riferimento ai Livelli Diagnostici di Riferimento (LDR) riportati nell'Allegato II del D. Lgs. 101/2020. NB: i limiti minimi e massimi di attività suggeriti dai LDR devono essere valutati e corretti caso per caso, in base allo specifico quesito diagnostico, eventualmente facendo riferimento anche alle tabelle più recenti messe a punto dall'EANM (https://www.eanm.org/scientific_info/dosagecard/dosagecard.php?navId=548)
Test provocativo	Dose di furosemide: 1 mg/kg e.v. con una dose massima di 20 mg NB: La somministrazione per via sublinguale è da considerarsi del tutto eccezionale, da non consigliarsi abitualmente perché l'assorbimento è soggetto a notevoli variazioni individuali e la risposta diviene difficilmente prevedibile ed interpretabile. <u>Protocollo F20</u> ⊄ Si somministra la furosemide intorno al 20° minuto dopo l'iniezione del radiofarmaco. ⊄ In presenza di una significativa stasi anche 15'-20' dopo lo stimolo diuretico è necessario acquisire un'immagine (solitamente di 1') dopo avere posto il bambino in posizione eretta per qualche minuto e dopo avere ottenuto una minzione. NB: Immagini acquisite a troppa distanza di tempo dalla somministrazione del diuretico (ad esempio dopo 1 ora) sono poco informative, perché anche in caso di ostruzione si apprezza comunque una diminuzione dell'attività. ⊄ Un'ulteriore possibilità è di valutare lo svuotamento dopo minzione e stazione eretta, prima di iniettare la furosemide. In questo caso bisogna soppesare il rischio di non riuscire a mantenere immobile il paziente nelle successive fasi dell'indagine.

	<u>Protocollo F0</u> ⊄ Si somministra la furosemide al momento dell'iniezione del radiofarmaco. In questo caso si raccomanda di impiegare il MAG3 per essere certi di avere un sufficiente riempimento delle vie escrettrici nel momento della massima attività del diuretico (circa 10' dopo la somministrazione e.v.).
Acquisizione	⊄ Paziente in posizione supina, se possibile disteso direttamente sopra il collimatore ⊄ Collimatore per le basse energie a fori paralleli ad alta risoluzione <u>Parametri di acquisizione</u> ⊄ Immagini dinamiche (128x128) di 10-30 secondi, per 40 minuti (protocollo F20) o per 25 minuti (protocollo F0). Soprattutto nei bambini più grandi è utile acquisire immagini della fase di perfusione con una risoluzione temporale più elevata (5" per 1'). ⊄ Zoom: adeguato alla corporatura del paziente NB: il campo di vista deve comprendere gli assi escretori completi e la vescica, con i reni posizionati nel terzo superiore della matrice. Immagini troppo poco ingrandite spesso non offrono una sufficiente definizione delle strutture e vanno quindi evitate.
Elaborazione	⊄ La scelta della prima immagine deve coincidere con quella di massima attività vascolare. ⊄ Le aree di interesse renali devono venire disegnate su di un'immagine somma, avendo cura di non escludere porzioni di parenchima o di bacinetto. ⊄ Le curve renografiche devono essere corrette per il fondo e per la sottrazione del fondo è opportuno impiegare un'area per ogni rene, che lo circonda completamente o in parte. In tutti i casi bisogna prestare attenzione ad evitare sovrapposizioni indebite, soprattutto con un bacinetto od un uretere molto dilatati. I conteggi delle ROI di fondo devono essere normalizzati in base all'area, prima di venire sottratti ai conteggi renali ⊄ La funzionalità renale separata si calcola utilizzando i conteggi fra il primo ed il secondo minuto nel caso del MAG3, oppure i conteggi fra il secondo ed il terzo minuto nel caso del DTPA. Qualora il diuretico sia stato somministrato insieme al radiofarmaco è opportuno anticipare l'inizio dell'intervallo a 40" post-iniezione. I risultati possono venire falsati se non è stata scelta correttamente, in fase di elaborazione, l'immagine di inizio (cfr. sopra) ⊄ La risposta al diuretico può essere espressa anche numericamente, come percentuale residua dopo la minzione rispetto alla massima attività, oppure rispetto al momento dell'iniezione di furosemide o come percentuale dell'attività renale fra il secondo ed il terzo minuto (Normalized Output Residual Activity, NORA). È necessario sottolineare che nessuno di questi valori si è dimostrato in grado di identificare, da solo, i casi di ostruzione.
Interpretazione	Analisi Qualitativa ⊄ L'interpretazione, specie per quanto riguarda la presenza o assenza di ostruzione, deve basarsi sulle immagini della fase dinamica e sull'immagine post-minzionale, oltre che sulle curve renografiche e su eventuali parametri numerici. ⊄ Nel caso di confronto con uno studio precedente è essenziale che l'acquisizione e l'elaborazione vengano eseguite in maniera standardizzata e ripetibile. Analisi Semiquantitativa ⊄ Poichè manca in letteratura una definizione formale dell'ostruzione non esiste un parametro scintigrafico che identifichi con certezza le unità renali da sottoporre ad intervento chirurgico. Il parametro su cui vi è un certo accordo è la riduzione della funzionalità separata come indice indiretto di ostruzione significativa. ⊄ L'approccio clinico più diffuso prevede controlli combinati, ecografici e scintigrafici, seriati in base ai quali viene deciso se porre l'indicazione alla correzione chirurgica.

Report finale	⊄ Il referto dovrebbe comprendere: - le immagini della fase dinamica - l'immagine post-minzione - le aree di interesse sovrapposte all'immagine somma - le curve radionefrografiche - le percentuali di funzionalità renale separata ⊄ Le immagini devono essere riprodotte su film o altro supporto di analoga qualità, utilizzando preferibilmente la scala dei grigi. In base alla scala ed al supporto prescelti le immagini saranno normalizzate in maniera da ottenere la miglior rappresentazione del dettaglio morfologico. ⊄ Nel referto vengono descritti i reperti relativi alle varie fasi nefrografiche ed alle curve radio-nefrografiche. In sintesi devono essere valutati la distribuzione intra-renale del radiofarmaco, l'andamento del deflusso dalle vie escrettrici prima e dopo diuretico nonché dopo minzione. ⊄ Inoltre, si devono descrivere le curve radio-nefrografiche sia per quanto riguarda la fase di captazione, sia per la fase di escrezione.
Sorgenti di errore	Acquisizione ⊄ Iniezione fuori vena ⊄ Movimento del paziente ⊄ Errato inizio dell'acquisizione ⊄ Mancata acquisizione dell'immagine dopo minzione Elaborazione ⊄ Errato posizionamento delle ROI, specie di quelle dell'attività di fondo ⊄ Interpretazione ⊄ Livelli di creatinina molto elevati rendono difficile l'interpretazione delle immagini a causa dell'elevata attività di fondo. ⊄ Anche la ridotta funzione di un solo rene rende difficoltosa l'interpretazione delle curve di wash-out; infatti l'efficacia del diuretico diminuisce se la funzione renale è ridotta.

CISTO-SCINTIGRAFIA DIRETTA

Indicazioni	Diagnosi e follow-up del reflusso vescico-ureterale ⊄ Solitamente la prima ricerca del RVU viene effettuata mediante una cistografia radiologica, che consente una valutazione precisa dell'uretra, importante soprattutto nel maschio, e della parete vescicale. ⊄ La cistoscintigrafia costituisce sicuramente la metodica di scelta per il follow-up del RVU, poiché ha una sensibilità per il reflusso uguale o superiore a quella della cistografia radiologica, con un'irradiazione nettamente inferiore. ⊄ In alcuni gruppi selezionati di pazienti (ad esempio bambine con storia minzionale normale) la cistoscintigrafia diretta può anche essere proposta come prima ed unica indagine per la diagnosi e per il follow-up del RVU.
Procedure pre-esame	⊄ Il paziente viene posizionato supino sulla gamma-camera, opportunamente protetta per evitare contaminazioni. ⊄ Il corretto inserimento di un catetere di calibro adeguato (feeding tube o Foley in base all'età) dovrà essere controllato mediante il deflusso di urina, anche al fine di ottenere un completo svuotamento della vescica prima di iniziare l'indagine. ⊄ Sedazione: abitualmente non necessaria. Nei rarissimi casi in cui fosse ritenuta indispensabile, si procede secondo le procedure stabilite in sede locale, previo accordo caso per caso con il pediatra che ha in carico il paziente.
Informazioni specifiche da raccogliere	⊄ Anamnesi e obiettività, indicazione, terapia, sintomi, fattori di rischio, procedure eseguite, esame obiettivo, altre indagini strumentali.
Precauzioni	⊄ In base alle procedure stabilite localmente può essere prescritto un periodo di profilassi antibiotica dopo la conclusione della procedura.
Radiofarmaci e dosi	⊄ È preferibile utilizzare colloidali marcati con tecnezio o, comunque, traccianti non assorbibili attraverso la mucosa vescicale (99mTc-DTPA, 99mTc-MAG3), perché si evita la possibilità di false immagini, specie nel caso di vesciche ampliate (entero- cistoplastica, gastro-cistoplastica, ecc.) ⊄ Attività calcolata in base al peso corporeo facendo riferimento ai Livelli Diagnostici di Riferimento (LDR) riportati nell'Allegato II del D. Lgs. 101/2020. ⊄ NB: i limiti minimi e massimi di attività suggeriti dai LDR devono essere valutati e corretti caso per caso, in base allo specifico quesito diagnostico, eventualmente facendo riferimento anche alle tabelle più recenti messe a punto dall'EANM (https://www.eanm.org/scientific_info/dosagecard/dosagecard.php?navId=548)
Acquisizione	⊄ Paziente in posizione supina, se possibile disteso direttamente sopra il collimatore ⊄ Collimatore per le basse energie a fori paralleli ad alta risoluzione. Parametri di acquisizione: - immagini dinamiche (128x128) - zoom: adeguato alla corporatura del paziente, tale da comprendere nel campo di interesse gli assi escretori in tutta la loro lunghezza. - durata: <u>riempimento</u> 5-10 s/immagine per il tempo necessario (vide infra) <u>minzione</u> 1 s/immagine per 60-120 secondi totali - proiezione: posteriore Somministrazione: ⊄ Il catetere vescicale viene raccordato ad un flacone di fisiologica, preventivamente intiepidita, posto a circa 80-90 cm di altezza rispetto al paziente. Il riempimento viene quindi effettuato per gravità, dopo aver calcolato il volume da infondere in base, ad esempio, alle seguenti formule: A. Pz.di età <1anno: Vol. in ml=kg di peso x 7 B. Pz.di età >1anno: Vol. in ml=(età in anni+2) x 30

	⊄ La velocità di infusione, specie nei pazienti più piccoli, non deve essere eccessiva (<10 ml/min), per evitare una distensione troppo veloce della vescica, che determina spesso fastidio o l'insorgenza dello stimolo alla minzione ben prima della massima capacità vescicale. ⊄ Il radiofarmaco viene iniettato dopo aver infuso alcuni ml di fisiologica, per ridurre l'esposizione della vescica. ⊄ L'infusione viene sospesa quando il paziente manifesta la necessità di urinare o quando si osservi la comparsa di perdite intorno al catetere. È opportuno rimuovere il catetere prima di acquisire la fase minzionale, per ottenere un'indagine il più "fisiologica" possibile, anche se lasciando il catetere "in situ" c'è la possibilità di ripetere il riempimento dopo la minzione (cycling), aumentando la sensibilità dell'indagine. ⊄ Dopo la rimozione del catetere il paziente, se è in grado di collaborare, urina in ortostatismo con la schiena appoggiata alla testata della gamma-camera. Negli altri casi si attende la minzione spontanea nel pannolino.
Elaborazione	⊄ Le immagini vengono normalizzate al massimo conteggio e sono valutate sul video, eventualmente in "cine". ⊄ L'identificazione degli episodi di reflusso può essere facilitata dalla creazione di curve attività/tempo, ricavate a partire da aree di interesse disegnate sugli assi escretori, se il paziente ha mantenuto un'immobilità sufficiente.
Interpretazione	⊄ L'interpretazione si basa sulla visualizzazione, o meno, del reflusso
Report finale	⊄ Il referto deve contenere le immagini della fase di riempimento e della fase minzionale, eventualmente compattate per una miglior leggibilità. ⊄ Le immagini devono essere riprodotte su film o altro supporto di analoga qualità, utilizzando preferibilmente la scala dei grigi. ⊄ Nel referto vengono riportati i principali dettagli relativi all'esecuzione dell'indagine (volume instillato, durata dell'infusione, tipo di catetere usato, ecc.). Gli episodi di reflusso sono descritti riportando il momento in cui si verificano, se possibile il volume infuso fino a quel momento, la durata ed il livello approssimativo fino a cui arriva il reflusso.
Sorgenti di errore	Acquisizione ⊄ Riempimento vescicale insufficiente o troppo rapido

CISTO-SCINTIGRAFIA INDIRETTA

Indicazioni	Diagnosi e follow-up del reflusso vescico-ureterale nei bambini con controllo sfinterico
Procedure pre-esame	⊄ La cistoscintigrafia indiretta viene eseguita al termine di una scintigrafia renale dinamica
Informazioni specifiche da raccogliere	⊄ Anamnesi e obiettività, indicazione, terapia, sintomi, fattori di rischio, procedure eseguite, esame obiettivo, altre indagini strumentali.
Precauzioni	⊄ Vedi alla scintigrafia renale dinamica
Radiofarmaci e dosi	⊄ Può essere eseguita con uno qualsiasi dei radiofarmaci usualmente impiegati (^{99m}Tc-DTPA, ^{99m}Tc-MAG3, raramente ^{123}I-OIH), purché gli assi escretori siano liberi da attività, per evitare false immagini. Pertanto l'esecuzione dell'indagine è facilitata dall'impiego di traccianti ad escrezione tubulare, che hanno una clearance veloce. ⊄ Attività calcolata in base al peso corporeo facendo riferimento ai Livelli Diagnostici di Riferimento (LDR) riportati nell'Allegato II del D. Lgs. 101/2020. ⊄ NB: i limiti minimi e massimi di attività suggeriti dai LDR devono essere valutati e corretti caso per caso, in base allo specifico quesito diagnostico, eventualmente facendo riferimento anche alle tabelle più recenti messe a punto dall'EANM (https://www.eanm.org/scientific_info/dosagecard/dosagecard.php?navId=548)
Acquisizione	⊄ Paziente femmina in posizione seduta con apposita "comoda", con schiena appoggiata al collimatore. ⊄ Maschi in piedi con la schiena appoggiata al collimatore. ⊄ Collimatore per le basse energie a fori paralleli ad alta risoluzione. Parametri di acquisizione: - immagini dinamiche (128x128) - zoom: adeguato alla corporatura del paziente, tale da comprendere nel campo di interesse gli assi escretori in tutta la loro lunghezza. - durata: minzione 1 s/immagine per 60-120 secondi totali. Raccomandata l'acquisizione di immagini per almeno 30 secondi sia in fase pre-minzionale che post-minzionale - proiezione: posteriore
Elaborazione	⊄ Le immagini vengono normalizzate al massimo conteggio sulla vescica e sono valutate sul video, eventualmente in "cine"; consigliabile comunque valutarle con differenti setting di finestra secondo l'attività residua in uretere/pelvi. ⊄ L'identificazione degli episodi di reflusso può essere facilitata dalla creazione di curve attività/tempo, ricavate a partire da aree di interesse disegnate sugli assi escretori, se il paziente ha mantenuto un'immobilità sufficiente.
Interpretazione	⊄ L'interpretazione si basa sulla visualizzazione, o meno, del reflusso
Report finale	⊄ Il referto deve contenere le immagini della fase di riempimento e della fase minzionale, eventualmente compattate per una miglior leggibilità ⊄ Le immagini devono essere riprodotte su film o altro supporto di analoga qualità, utilizzando preferibilmente la scala dei grigi. ⊄ Nel referto vengono riportati i principali dettagli relativi all'esecuzione dell'indagine (volume instillato, durata dell'infusione, tipo di catetere usato, ecc.). Gli episodi di reflusso sono descritti riportando il momento in cui si verificano, se possibile il volume infuso fino a quel momento, la durata ed il livello approssimativo fino a cui arriva il reflusso.

Sorgenti di errore	Le modalità di esecuzione limitano il campo di applicazione ai bambini in possesso di un buon controllo sfinterico ed in grado di collaborare. Poiché numerosi fattori, a cominciare dal riempimento vescicale non controllato, possono interferire con l'indagine, la sensibilità è nettamente inferiore a quella della cistografia diretta. Pertanto uno studio positivo ha un sicuro significato clinico, mentre lo studio negativo non esclude con affidabilità sufficiente la presenza di RVU
---------------------------	--

SCINTIGRAFIA POLMONARE

Indicazioni	≠ Anomalie primitive polmonari o della vascolarizzazione polmonare ≠ Anomalie congenite del cuore e dei grossi vasi (pre e/o post chirurgia) ≠ Lesioni polmonari infettive o post-infettive (ad es. bronchiectasie) ≠ Valutazione pre- e post-chirurgica della funzionalità regionale ≠ Fibrosi cistica ≠ Inalazione di corpi estranei ≠ Diagnosi e quantificazione di uno shunt destro-sinistro. ≠ Sospetto di embolia polmonare Indicazioni rare o sperimentali ≠ Sospetto di anomalie nella funzionalità muco-ciliare ≠ Valutazione della tossicità polmonare, ≠ Valutazione della distribuzione di aerosol prima della somministrazione di farmaci nebulizzati										
Controindicazioni	≠ Allergia ai derivati dell'albumina umana										
Procedure pre-esame	≠ Nessuna. ≠ Sedazione: abitualmente non necessaria. NB: In presenza di broncospasmo o bronchite valutare l'opportunità di posporre l'indagine o di somministrare un broncodilatatore, specie per la valutazione della distribuzione del flusso nelle cardiopatie congenite.										
Informazioni specifiche da raccogliere	≠ Situazione anatomica e funzionale nelle cardiopatie congenite (con particolare riguardo ad interventi cardio-chirurgici o a procedure di angiografia interventistica) ≠ Recenti affezioni respiratorie (bronchite, asma, broncospasmo)										
Precauzioni	≠ L'iniezione di ^{99m}Tc- MAA in presenza di rilevante shunt sinistro-destro può causare un micro-embolismo sistemico, ma di entità e durata limitate. Non sono descritti in letteratura sintomi correlati. E' comunque consigliabile in tale situazione modificare la dose iniettata (vide infra). ≠ Non sono riportate reazioni avverse da inalazione di ^{99m}Tc-Technegas, ^{99m}Tc-DTPA.										
Radiofarmaci e dosi	<u>Perfusione</u> ^{99m}Tc -MAA (macroaggregati di albumina (diametro 20-100 µm)) NB: preferibili alle microsfere per la più breve emivita biologica ≠ Somministrazione endovenosa da eseguirsi in decubito supino, evitando l'aspirazione di sangue in siringa e l'uso di raccordi troppo lunghi. ≠ Attività calcolata in base al peso corporeo facendo riferimento ai Livelli Diagnostici di Riferimento (LDR) riportati nell'Allegato II del D. Lgs. 101/2020. NB: i limiti minimi e massimi di attività suggeriti dai LDR devono essere valutati e corretti caso per caso, in base allo specifico quesito diagnostico, eventualmente facendo riferimento anche alle tabelle più recenti messe a punto dall'EANM (https://www.eanm.org/scientific_info/dosagecard/dosagecard.php?navId=548) ≠ Il numero di particelle deve essere ridotto rispetto all'adulto, perchè il bambino ha un letto vascolare polmonare meno esteso. A scopo orientativo si può fare riferimento alla seguente tabella: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Peso</th><th style="text-align: left; padding: 5px;">Numero di macro-aggregati</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;"><10 kg</td><td style="padding: 5px;">10,000–50,000</td></tr> <tr> <td style="padding: 5px;">10–20 kg</td><td style="padding: 5px;">50,000–150,000</td></tr> <tr> <td style="padding: 5px;">20–35 kg</td><td style="padding: 5px;">150,000–300,000</td></tr> <tr> <td style="padding: 5px;">35–50 kg</td><td style="padding: 5px;">300,000–500,000</td></tr> </tbody> </table>	Peso	Numero di macro-aggregati	<10 kg	10,000–50,000	10–20 kg	50,000–150,000	20–35 kg	150,000–300,000	35–50 kg	300,000–500,000
Peso	Numero di macro-aggregati										
<10 kg	10,000–50,000										
10–20 kg	50,000–150,000										
20–35 kg	150,000–300,000										
35–50 kg	300,000–500,000										

	⊄ L'attività in fase di marcatura dovrà essere opportunamente modificata, secondo le istruzioni del produttore, per ottenere la dose di radioattività necessaria con il numero di aggregati desiderato. ⊄ Nel caso di uno shunt sinistro-destro (accertato o sospetto) o di una importante riduzione del letto vascolare polmonare il numero di macro-aggregati deve essere ulteriormente ridotto. <u>Ventilazione con radioaerosol</u> ^{99m}Tc-DTPA (acido dietilentriaminopentacetico). ⊄ La dose ottimale deve essere determinata in base al nebulizzatore impiegato, che dovrebbe fornire particelle di diametro inferiore a 2 µm ⊄ Dose minima nel nebulizzatore 100-150 MBq (solo 1/10 o meno raggiunge i polmoni e l'attività minima polmonare deve essere di 10 MBq) ⊄ Paziente supino, maschera oro-nasale (età <2 aa) o boccaglio+clip nasale (età >2 a.) ⊄ La somministrazione dura circa 2 minuti. ^{99m}Tc-Technegas ⊄ Richiede un buon grado di collaborazione e la familiarizzazione con il set di somministrazione. ⊄ Preferibile la somministrazione in un locale diverso dalla sala diagnostica, in decubito supino, facendo trattenere il respiro per 5 secondi al termine della fase inspiratoria. ⊄ Il tempo di somministrazione non dovrebbe superare i 10 minuti ed è desiderabile una statistica di conteggio nell'ordine di 2 kcount/min
Acquisizione	<u>SCINTIGRAFIA DI PERFUSIONE SEMPLICE</u> ⊄ Paziente in posizione supina, se possibile disteso direttamente sopra il collimatore ⊄ L'acquisizione inizia qualche minuto dopo l'iniezione ev ⊄ Collimatore per le basse energie a fori paralleli ad alta risoluzione Parametri di acquisizione: - Immagini statiche su matrice 256x256 o 128x128 - Zoom: adeguato alla corporatura del paziente (evitare immagini troppo rimpicciolite) - Conteggio totale tra i 200.000 e i 500.000 conteggi per immagine ⊄ Nel caso in cui sia richiesto solamente il calcolo della perfusione polmonare relativa è sufficiente di norma la sola proiezione posteriore. ⊄ Per quantificare la gravità di uno shunt destro-sinistro si può acquisire un'immagine in proiezione posteriore comprendente i polmoni ed il cranio per il calcolo dell'indice di shunt (<i>Grimon e coll. J. Nucl. Med. 1994</i>). In alternativa possono essere acquisite immagini del corpo intero in proiezione anteriore e posteriore, alla velocità di 30 cm/minuto. <u>SCINTIGRAFIA DI VENTILAZIONE E PERFUSIONE</u> ⊄ L'ordine di acquisizione delle due indagini deve essere deciso caso per caso in base al quesito clinico ed al grado di collaborazione del paziente, ma è opportuno eseguirle nella stessa giornata ⊄ Il tempo di attesa deve essere di pochi minuti per il ^{99m}Tc-DTPA, mentre il Technegas viene trattenuto molto più a lungo dopo la somministrazione e non impone vincoli stretti Parametri di acquisizione: A. Studio della ventilazione: - Immagini statiche su matrice 128x128 - Zoom: adeguato alla corporatura del paziente (evitare immagini troppo rimpicciolite) - Numero di conteggi: circa 200.000 conteggi per immagine

	B. Valutazione della clearance muco-ciliare: - Acquisizione dinamica, matrice 128x128 - 1 immagine/minuto per 60' C. Valutazione della permeabilità epiteliale: - acquisizione dinamica, matrice 128x128 - 1 immagine/30 secondi per 30'
Elaborazione	<u>Calcolo della perfusione polmonare relativa</u> ≠ Il rapporto dei conteggi sinistro/destro viene calcolato, mediante aree di interesse (ROI), sull'immagine in proiezione posteriore o, in alternativa, sulla media geometrica dei conteggi nelle proiezioni anteriore e posteriore. Il riferimento teorico è 55% a destra e 45% a sinistra. <u>Calcolo dello shunt destro-sinistro</u> A. Calcolo dell'indice di shunt secondo Grimon e coll. (J Nucl Med 1994) ≠ Rapporto fra conteggi di una ROI cerebrale e i conteggi della ROI comprendente entrambi i polmoni (valore normale < 1%) B. Calcolo dell'indice di shunt sul corpo intero (richiede una scansione del corpo intero) ≠ Rapporto fra la media geometrica dei conteggi polmonari in proiezione anteriore e posteriore e la media geometrica dei conteggi nei restanti tessuti. ≠ Shunt sinistro-destro (%) = [(conteggi totali del corpo- conteggi polmonari) / conteggi totali del corpo] × 100.
Interpretazione	≠ Nella valutazione delle cardiopatie congenite bisogna ricordare che molto frequentemente piccoli difetti sub-segmentari, specie periferici, sono frutto di impronte vascolari anomale. ≠ Difetti di perfusione anche estesi possono essere conseguenza di procedure chirurgiche e/o di angiografia interventistica. ≠ L'innalzamento di una base polmonare può essere dovuta alla paralisi post-chirurgica di un emidiaframma (spesso reversibile).
Report finale	≠ Nel referto è opportuno specificare il tracciante utilizzato, la dose somministrata e la posizione del paziente durante l'iniezione. ≠ Deve dare inoltre una descrizione del quadro scintigrafico con valutazione della distribuzione dei MAA (e del radio-aerosol) indicando eventuali asimmetrie nella distribuzione del tracciante, localizzando i difetti in base all'anatomia segmentaria. ≠ Eventuali indici numerici vanno accompagnati dai rispettivi valori di normalità ≠ La conclusione deve confermare o escludere la presenza di eventuali difetti regionali, descrivere le alterazioni riconducibili a trattamenti medici o chirurgici, facendo riferimento anche ad eventuali indagini precedenti.
Sorgenti di errore	<u>SCINTIGRAFIA DI PERFUSIONE</u> ≠ Una compressione della parete toracica durante l'iniezione endovena nel tentativo di tenere fermo il bambino può ridurre la perfusione locale ≠ Una vasocostrizione ipossica (ipoperfusione regionale causata da un'ipoventilazione) dovuta a cause transitorie (intrappolamento del muco o broncospasmo) va trattata prima di eseguire la scintigrafia polmonare. ≠ Vanno tenute in considerazione le differenze nella perfusione regionale in base all'età del paziente: le anomalie di perfusione nei segmenti superiori sono tipiche delle patologie della prima infanzia, mentre le zone inferiori sono più frequentemente coinvolte nelle patologie dei bambini più grandi.

SCINTIGRAFIA VENTILATORIA

- ⊄ Ingestione di particelle da inalazione e conseguente comparsa di attività esofagea e gastrica, che deve essere adeguatamente interpretata.
- ⊄ Patologie ostruttive o una scorretta respirazione durante la somministrazione dell'aerosol possono causare una disomogenea distribuzione del tracciante, con conseguente difficoltà nella valutazione della ventilazione periferica.
- ⊄ Diverso decubito del paziente durante la somministrazione dei due traccianti.
- ⊄ Intervallo eccessivo fra lo studio della perfusione e quello ventilatorio con possibile evoluzione della malattia di base e discrepanza dei quadri scintigrafici