

日本核医学会専門医制度研修カリキュラム

達成目標

総論	知識	A	コンサルテーションに対応できるレベル。
	検査・治療	A	経験することが望ましいが、経験がない場合はセミナー参加で知識を習得すること。
各論	知識	A	コンサルテーションに対応できるレベル。
	症例経験	A	経験すること。
		B	経験することが望ましいが、経験がない場合はセミナー参加で知識を習得すること。

A . 総論

1 . 放射線物理・測定機器の基礎知識 [知識 A]

(1) 放射性核種に関する知識

- 1) 原子核と放射性壊変に関して以下の項目を説明できる。
 - ・ 原子の構造
 - ・ 自然界に存在する陽子と中性子の組み合わせ
 - ・ 同位元素
 - ・ 放射性同位元素
 - ・ 放射性核種の壊変の概念
 - ・ 壊変, 壊変 (軌道電子捕獲を含む), α 線の放射 (核異性体遷移を含む) の特徴
 - ・ β^- 線, β^+ 線, 消滅放射線, γ 線, X線の特徴
 - ・ 放射線に関する単位 (エネルギー, 照射線量, 吸収線量, 等価線量と実効線量, 放射能)
 - ・ 放射線の単位相互の関係 (放射能と計数率, 放射能と重さ, 放射能と吸収線量率)
- 2) 核医学診療に用いられる放射線に関して以下の項目を説明できる。
 - ・ 核医学診断と核医学治療に用いられる放射線の違い
 - ・ SPECT と PET 核種および各々の特徴

(2) 核医学測定機器に関する知識

- 1) 核医学検査法の種類と分類について説明できる。
- 2) RI インビトロ検査法に関して以下の項目を説明できる。
 - ・ RI インビトロ検査法の原理と測定法
 - ・ RI インビトロ検査法における精度管理
- 3) RI インビボ検査法に関して以下の項目を説明できる。
 - ・ RI インビボ検査法の種類と分類
 - ・ 試料計測 (RI 希釈法, RI クリアランス法) の原理と実際
 - ・ 試料測定装置の概略
 - ・ X線 CT や MRI と比較した核医学イメージングの特徴
 - ・ 単光子放出核種と陽電子放出核種の γ 線検出方法の概略
 - ・ 画像データの収集と画像化法の概略 (planar scintigraphy, emission computed tomography: ECT)
 - ・ コリメータの概略
 - ・ FWHM
 - ・ 部分容積効果
 - ・ シンチレータの概略
 - ・ 光電子増倍管の概略
 - ・ SPECT 装置の概略
 - ・ PET 装置の概略
 - ・ SPECT と PET 装置の違い
 - ・ ECT 画像の基本的再構成 (投影断層定理, 解析的方法, 逐次近似的方法) の概略
 - ・ 画像の定量性改善における吸収補正, 散乱補正

- ・ 核医学撮像装置における性能試験の概要
- (3) 画像構築，データ解析法に関する基礎知識**
- 1) 画像構築，データ解析法に関して以下の項目を説明できる。
 - ・ 測定計数とその統計的変動
 - ・ デジタル画像とアナログ画像
 - ・ フィルタ処理の概念
 - ・ 関心領域
 - ・ 時間放射能曲線
 - ・ バックグラウンド処理の概略
 - ・ 撮取率測定の概略
 - ・ 機能画像 (functional image) の概念
 - ・ 統計解析画像 (SPM, SSP など) の概念
 - ・ 画像重ね合わせ法の概略と有用性
 - ・ 血流量測定における Stewart-Hamilton の法則，Fick の法則の概略
 - ・ コンパートメント解析
 - ・ SUV 値の求め方
 - 2) 結果の評価について以下の項目の説明ができる。
 - ・ 検査法の診断精度を評価する際の感度と特異度，偽陽性と偽陰性，陽性的中率と陰性的中率，受信者動作特性 (ROC) 曲線

2. 放射性医薬品の基礎知識 [知識 A]

- (1) 放射性核種の製造に関して以下の項目を説明できる。**
- ・ 放射性核種の製造法の概略
 - ・ サイクロトロンで製造される核種の列挙
 - ・ 核分裂で製造される核種の列挙
 - ・ 放射平衡の原理
 - ・ ジェネレータ，ミルクング
 - ・ ジェネレータで製造される核種の列挙
 - ・ ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ のジェネレータの概略
 - ・ 無担体，担体無添加，担体添加の各状態の違い
 - ・ 比放射能の説明と計算
- (2) 放射性医薬品の特徴に関して以下の項目を説明できる。**
- ・ 物理学的半減期，生物学的半減期，有効半減期
 - ・ 放射性医薬品と一般医薬品の違い
 - ・ シンチグラフィに最適な放射性核種の条件
 - ・ PET 検査に最適な核種の条件
- (3) 放射性医薬品の標識方法に関して以下の項目を説明できる。**
- ・ ヨード標識法の概略
 - ・ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識法の概略
- (4) 放射性薬品の集積原理等に関して以下の項目を説明できる。**
- ・ SPECT 用放射性医薬品の集積原理とその分類 (脳，心筋，腫瘍，骨，肺，肝，胆道，腎，他)
 - ・ PET で保険適用となっているガス 3 種および ^{18}F -FDG の集積・測定原理
 - ・ イムノシンチグラフィの原理

- ・ 受容体シンチグラフィの原理
- (5) 複数検査依頼時の検査順序について説明できる。
- 3 . 放射性医薬品の安全取扱 [知識 A]
- (1) 放射性医薬品の安全取扱について以下の知識を有し作業ができる。
- ・ 安全取扱の基本
 - ・ 放射線取扱時における外部被曝防護の要点と実践
 - ・ 汚染防止の基本
 - ・ ミルキング作業
- (2) 放射性医薬品の品質管理に関して以下の項目を説明できる。
- ・ 品質管理の概略
 - ・ 標識キット方式による^{99m}Tc放射性医薬品について注意を要する事項
 - ・ 院内製造 PET 薬剤の品質管理の概略
- (3) 核医学検査法の安全性に関して以下の項目を説明できる。
- ・ 放射性医薬品投与に基づく副作用の発生頻度が少ない理由
 - ・ 製剤中添加物による副作用発現の可能性
 - ・ 放射性医薬品投与の禁忌
- 4 . 核医学診療に伴う被曝と線量計算 (MIRD 法) に関する知識 [知識 A]
- (1) 放射線防護の基本に関して以下の項目を説明できる。
- ・ 放射線障害の臨床的特徴
 - ・ 放射線障害の分類
 - ・ 確定的影響と確率的影響
 - ・ 放射線防護の基本的三原則
 - ・ 放射線被曝の三分類と防護の三原則のうち各々の防護の基本原則
- (2) 核医学診療における放射線防護に関して以下の項目を説明できる。
- ・ 患者の放射線防護の基本的事項
 - ・ 放射線従事者の放射線防護 (外部被曝と内部被曝) の基本的事項
 - ・ 一般公衆の放射線防護の基本的事項
 - ・ 小児および胎児の放射線防護の基本的事項
 - ・ 小児における投与量の基本
 - ・ 核医学検査を実施した患者の授乳制限
- (3) MIRD 法による内部被曝線量の計算の概念について説明できる。
- (4) 核医学検査における患者への被曝線量に関して以下の項目を説明できる。
- ・ 主要核医学検査における全身や目的臓器への大凡の被曝線量
 - ・ 主要核医学治療における全身や目的臓器への大凡の被曝線量
 - ・ X 線検査における大凡の被曝線量
- 5 . 放射線関連法規に関連して以下の項目について述べる事ができる [知識 A]
- ・ 核医学診療に必要な関係法令
 - ・ 放射性医薬品投与後の患者隔離の必要有無 (診断および治療毎に)
 - ・ 診療用放射性同位元素により治療を受けている患者の病室への収容制限
 - ・ 患者から発生する廃棄物の取扱
 - ・ 放射性医薬品を投与された患者の放射線治療病室からの退出基準

- ・ バセドウ病を外来で¹³¹I治療する際の投与量の上限
- ・ 核医学診療の保険適応

6 . 核医学検査の実践に必要な基礎知識 [知識A][検査・治療 A]

- ・ 次の検査について , (1)適切な放射性医薬品を選択し , (2)適応疾患と検査法および(3)正常像と読影法の実際を述べることができる。

脳神経系

脳血流シンチグラフィ
脳シンチグラフィ
脳脊髄腔シンチグラフィ
脳脊髄短絡路機能評価
神経受容体シンチグラフィ
脳糖代謝シンチグラフィ

呼吸器系

肺血流シンチグラフィ
肺換気シンチグラフィ
気管支粘液線毛機能検査
肺胞上皮透過性検査

心大血管系

心筋血流シンチグラフィ
心筋梗塞シンチグラフィ
心交感神経機能シンチグラフィ
心脂肪酸代謝シンチグラフィ
心糖代謝シンチグラフィ
血栓シンチグラフィ
心大血管シンチグラフィ
RI ベノグラフィ

消化器系

肝脾シンチグラフィ
肝受容体シンチグラフィ
肝胆道シンチグラフィ
門脈循環動態検査
胃粘膜シンチグラフィ
消化管出血シンチグラフィ
蛋白漏出シンチグラフィ
消化管運動 (排泄, 逆流) 検査
唾液腺シンチグラフィ
腹腔シンチグラフィ
Peritoneopleural communication 検査
Le Veen シヤント機能検査

泌尿生殖器系

腎静態シンチグラフィ
腎動態シンチグラフィ
膀胱尿管逆流検査

精巣シンチグラフィ
骨関節系
骨シンチグラフィ
関節シンチグラフィ
内分泌系
甲状腺シンチグラフィ
甲状腺摂取率検査
副甲状腺シンチグラフィ
副腎皮質シンチグラフィ
副腎髄質シンチグラフィ
血液造血器・リンパ系
脾臓シンチグラフィ
骨髄シンチグラフィ
リンパシンチグラフィ
センチネルリンパシンチグラフィ
赤血球寿命測定
循環血液量測定
腫瘍・炎症
⁶⁷Ga-citrateシンチグラフィ
²⁰¹TlClシンチグラフィ
¹³¹I-MIBGシンチグラフィ
^{99m}Tc-MIBIシンチグラフィ
ペプチドシンチグラフィ
¹⁸F-FDGシンチグラフィ
標識白血球シンチグラフィ

7. 核医学内用療法の実践に必要な基礎知識 [知識 A][検査・治療 A]

・次の内用療法について，(1)原理と使用する放射性医薬品，(2)適応と治療法の実際，(3)治療効果と副作用を説明できる。

バセドウ病

分化型甲状腺癌転移巣

褐色細胞腫，神経芽細胞腫転移巣

骨転移病巣除痛療法

B. 各論

1. 脳神経核医学

- (1) 脳神経核医学に関連する神経放射線学を含めた脳神経系の解剖と脳循環・代謝などの生理学の基礎知識として以下の項目を説明できる [知識 A]
 - ・ 中枢神経の解剖
 - ・ 脳の血管支配
 - ・ 脳の神経伝達系
 - ・ 脳循環・代謝の基礎的事項
 - ・ 脳脊髄液動態の基礎的事項
 - ・ 脳の機能局在

- (2) 放射性医薬品の集積原理と適応について以下の項目を説明できる [知識 A]
 - ・ 脳血流に関する放射性医薬品の種類とその集積原理および適応
 - ・ 脳腫瘍に関する放射性医薬品の種類とその集積原理および適応
 - ・ 脳脊髄液動態に関する放射性医薬品の種類とその集積原理および適応
 - ・ 神経伝達機能に関する放射性医薬品の種類とその集積原理および適応
 - ・ 陽電子放出核種を用いる放射性医薬品とその集積原理および適応

- (3) 脳負荷試験に関する知識について以下の項目を説明できる [知識 A]
 - ・ 負荷試験の必要性とその適応
 - ・ 賦活試験の方法と臨床応用
 - ・ 薬剤負荷に用いる代表的医薬品の種類とその特徴
 - ・ 負荷試験に伴う副作用とその対処方法

- (4) 定量的測定法と画像解析法について以下の項目を説明できる [知識 A]
 - ・ 定量的測定の必要性とその適応
 - ・ 脳血流定量法の種類とその原理および特徴
 - ・ 画像統計解析の必要性とその適応
 - ・ 画像統計解析法の種類とその原理および特徴

- (5) 脳核医学イメージングを讀影し以下の項目を説明できる [知識 A]
 - ・ 脳血流 SPECT の正常像と正常変異像
 - ・ 脳腫瘍 SPECT の正常像
 - ・ 脳脊髄液動態シンチグラフィの正常像
 - ・ 神経伝達機能 SPECT の正常像と正常変異像
 - ・ PET の正常像と正常変異像
 - ・ 画像統計解析の結果

- (6) 脳血管障害, 脳腫瘍, 神経変性疾患, てんかん, 水頭症等, 主な疾患の病態生理と臨床 [知識 A]
 - ・ 各疾患のエビデンスに基づいた検査計画ができる。
 - ・ 脳神経核医学ガイドラインの知識を有する。
 - ・ 次の各疾患群に関する病態を理解し読影ができる。

脳血管障害 [症例経験 A , 年間 30 例]

脳腫瘍

神経変性疾患 [症例経験 A , 年間 10 例]

てんかん

- ・陽電子放出核種を用いる検査において疾患の病態を理解し読影ができる。 [症例経験 B]

2. 循環器核医学

(1) 循環器核医学に関連する心血管系の解剖と生理学の基礎知識として以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・冠動脈の解剖と生理学
- ・冠動脈狭窄により生じる病態生理学
- ・負荷に対する心臓の反応
- ・心筋代謝の基礎知識
- ・心臓の神経支配
- ・心肺系の血行動態
- ・左室および右室機能の生理学および病態生理学
- ・心臓検査に関する技術的アーチファクト

(2) 放射性医薬品の集積原理と適応について以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・心筋血流に関する放射性医薬品
- ・心臓の血行動態および機能に関する放射性医薬品
- ・心筋代謝に関する放射性医薬品
- ・心筋の神経系に関する放射性医薬品
- ・障害心筋に対する放射性医薬品
- ・心筋の炎症性疾患に関する放射性医薬品
- ・陽電子放出核種を用いる放射性医薬品

(3) 心臓負荷試験について以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・負荷試験の必要性とその適応
- ・運動負荷の方法と臨床応用
- ・薬剤負荷に用いる代表的医薬品の種類とその特徴
- ・負荷試験に伴う副作用とその対処方法

(4) データ収集法と画像解析法について以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・心臓の planar 像の撮像方法の基礎と解析方法
- ・SPECT によるデータ収集法の基礎知識
- ・SPECT によるデータ解析の基礎と臨床応用
- ・Planar での心プールにおける心電図同期法の利用と解析法
- ・SPECT での心電図同期法の基礎と解析法
- ・陽電子放出核種を用いる検査でのデータ収集法
- ・陽電子放出核種を用いる検査における定量解析法

(5) 心臓核医学イメージングを讀影し以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・Planar 法および SPECT における讀影
- ・心筋のセグメント分類と冠動脈領域との対応
- ・心筋領域の定性的および定量的讀影法
- ・負荷心筋検査の讀影
- ・梗塞および誘発虚血の讀影
- ・心筋バイアビリティ（生存性）の判定に関する讀影
- ・画像所見と予後評価上の意義

- ・ 左室機能解析結果の読影
- ・ 左室以外の所見の読影
- ・ 心筋代謝画像の読影
- ・ 心筋の神経系画像の読影
- ・ 陽電子放出核種を用いる検査の読影

(6) 虚血性心疾患，心筋症，弁膜症，先天性心疾患，不整脈，等，主な疾患の病態生理と臨床 [知識 A]

- ・ 各疾患のエビデンスに基づいた検査計画ができる。
- ・ 心臓核医学ガイドラインの知識を有する。
- ・ 次の各疾患群に関する病態を理解し読影ができる。
 - 冠動脈疾患（心筋梗塞，狭心症） [症例経験 A，年間 30 例]
 - 心筋症（拡張型，肥大型，その他の心筋症） [症例経験 A，年間 10 例]
 - 心臓弁膜症
 - 先天性心疾患
 - その他の心筋障害をきたす疾患
- ・ 陽電子放出核種を用いる検査において疾患の病態を理解し読影ができる。 [症例経験 B]

(7) 末梢循環障害における核医学イメージングを読影し以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・ 末梢循環障害を来す疾患の病態
- ・ 末梢循環障害を評価する核医学イメージングの方法
- ・ 末梢循環イメージングの読影

(8) その他循環器疾患に関連する核医学イメージング [知識 A]

3 . 腫瘍核医学

(1) 腫瘍核医学に関連する腫瘍の病理・病態生理・腫瘍免疫・腫瘍関連抗原の基礎知識として以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・脳腫瘍の病理・病態生理
- ・頭頸部腫瘍の病理・病態生理
- ・肺，縦隔腫瘍の病理・病態生理
- ・肝臓，胆道，膵臓腫瘍の病理・病態生理
- ・消化管腫瘍の病理・病態生理
- ・腎，泌尿器腫瘍の病理・病態生理
- ・婦人科腫瘍の病理・病態生理
- ・血液疾患の腫瘍の病理・病態生理
- ・骨，軟部腫瘍の病理・病態生理
- ・小児腫瘍の病理・病態生理
- ・乳腺，内分泌腫瘍の病理・病態生理
- ・腫瘍関連抗原の種類と臨床的意義
- ・腫瘍免疫を利用したイメージングと治療の原理

(2) 放射性医薬品の集積原理と適応について以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・ ^{67}Ga -citrateの集積原理と適応疾患
- ・ $^{201}\text{TlCl}$ の集積原理と適応疾患
- ・ Na^{123}I ， Na^{131}I ， $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ の集積原理と適応疾患
- ・ ^{131}I -MIBGの集積原理と適応疾患
- ・ ^{131}I -adosterolの集積原理と適応疾患
- ・ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrafosminの集積原理と適応疾患
- ・ペプチドを標識した放射性医薬品の集積原理と適応疾患
- ・ ^{18}F -FDG， ^{11}C -methionine， ^{11}C -choline， ^{11}C -acetate， ^{18}F -FLTなどの陽電子放出核種を用いる放射性医薬品の集積原理と適応疾患

(3) データ収集法と画像解析法について以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・planar 像（スポット像，全身像）の撮像方法の基礎と臨床応用
- ・SPECT によるデータ収集法の基礎
- ・SPECT によるデータ解析の基礎と臨床応用
- ・陽電子放出核種を用いる検査でのデータ収集法
- ・陽電子放出核種を用いる検査における解析法

(4) 腫瘍核医学イメージングを読影し以下の項目を説明できる [知識 A]

- ・生理的集積部位
- ・異常集積部位
- ・代表的な適応疾患の感度，特異度
- ・偽陽性と偽陰性の主な原因
- ・陽電子放出核種を用いる腫瘍検査の読影
- ・腫瘍疾患に関する病態の理解と読影 [症例経験 A : 年間 20 例]

(5) 核医学内用療法の実践 [知識 A] [症例経験 B]

・バセドウ病，分化型甲状腺癌転移巣，褐色細胞腫，神経芽腫，骨転移疼痛，B細胞性悪性リンパ腫の核医学内用療法について以下の項目を説明できる。

放射性医薬品と原理

適応と禁忌

前処置

治療方法

副作用

治療効果と予後

(6) 腫瘍核医学に関連する各臓器・組織の病態と機能に関して以下の項目に関する基礎知識を有し核医学イメージングの読影ができる [知識 A] [症例経験 A：年間 20 例]

1) 呼吸器系

肺の解剖と生理

呼吸器疾患の病理・病態生理

肺血流シンチグラフィの読影

肺換気シンチグラフィの読影

気管支粘膜繊毛機能検査の読影

肺胞上皮透過性検査の読影

2) 消化器・泌尿器・生殖器系

消化管の解剖と生理

腹部臓器の解剖と生理

消化器疾患の病理・病態生理

肝脾シンチグラフィの読影

肝受容体シンチグラフィの読影

肝胆道シンチグラフィの読影

門脈循環動態検査の読影

胃粘膜シンチグラフィの読影

消化管出血シンチグラフィの読影

蛋白漏出シンチグラフィの読影

消化管運動（排泄，逆流）検査の読影

唾液腺シンチグラフィの読影

腹腔シンチグラフィの読影

Peritoneopleural communication 検査の読影

Le Veen シェント機能検査の読影

泌尿器・生殖器系の解剖と生理

泌尿器，生殖器系疾患の病理・病態生理

腎静態シンチグラフィの読影

腎動態シンチグラフィの読影

膀胱尿管逆流検査の読影

精巣シンチグラフィの読影

3) 骨・関節・軟部組織・炎症系

骨，関節，軟部組織の解剖と生理

骨，関節，軟部組織疾患の病理・病態生理

骨シンチグラフィの読影

- 関節シンチグラフィの読影
- 炎症性疾患の病理・病態生理
- 炎症シンチグラフィの読影
- 4) 内分泌・血液造血器・リンパ系
 - 内分泌臓器の解剖と生理
 - 内分泌疾患の病理・病態生理
 - 甲状腺シンチグラフィの読影
 - 甲状腺摂取率検査の判定
 - 副甲状腺シンチグラフィの読影
 - 副腎皮質シンチグラフィの読影
 - 副腎髄質シンチグラフィの読影
 - 血液造血器，リンパ系組織の解剖と生理
 - 血液造血器，リンパ系疾患の病理・病態生理
 - 脾臓シンチグラフィの読影
 - 骨髄シンチグラフィの読影
 - リンパシンチグラフィの読影
 - センチネルリンパシンチグラフィの読影
 - 赤血球寿命測定の判定
 - 循環血液量測定の判定