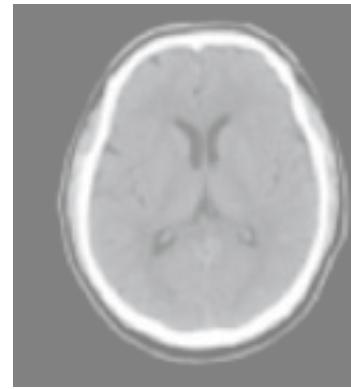
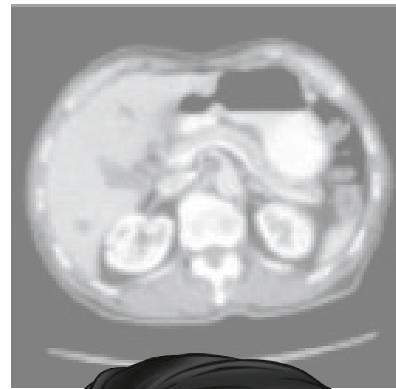
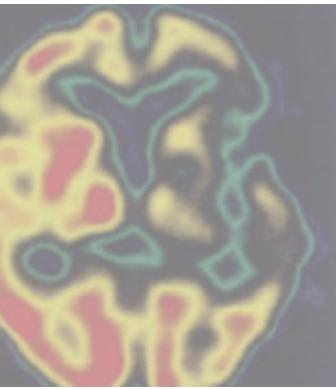
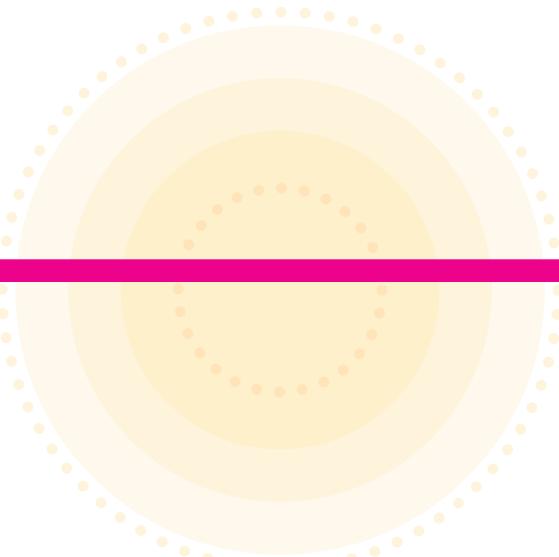


# 看護師のための放射線科入門

～ 放射線について学びましょう～



学校法人 島津学園  
京都医療科学大学  
**大野 和子 著**



## はじめに

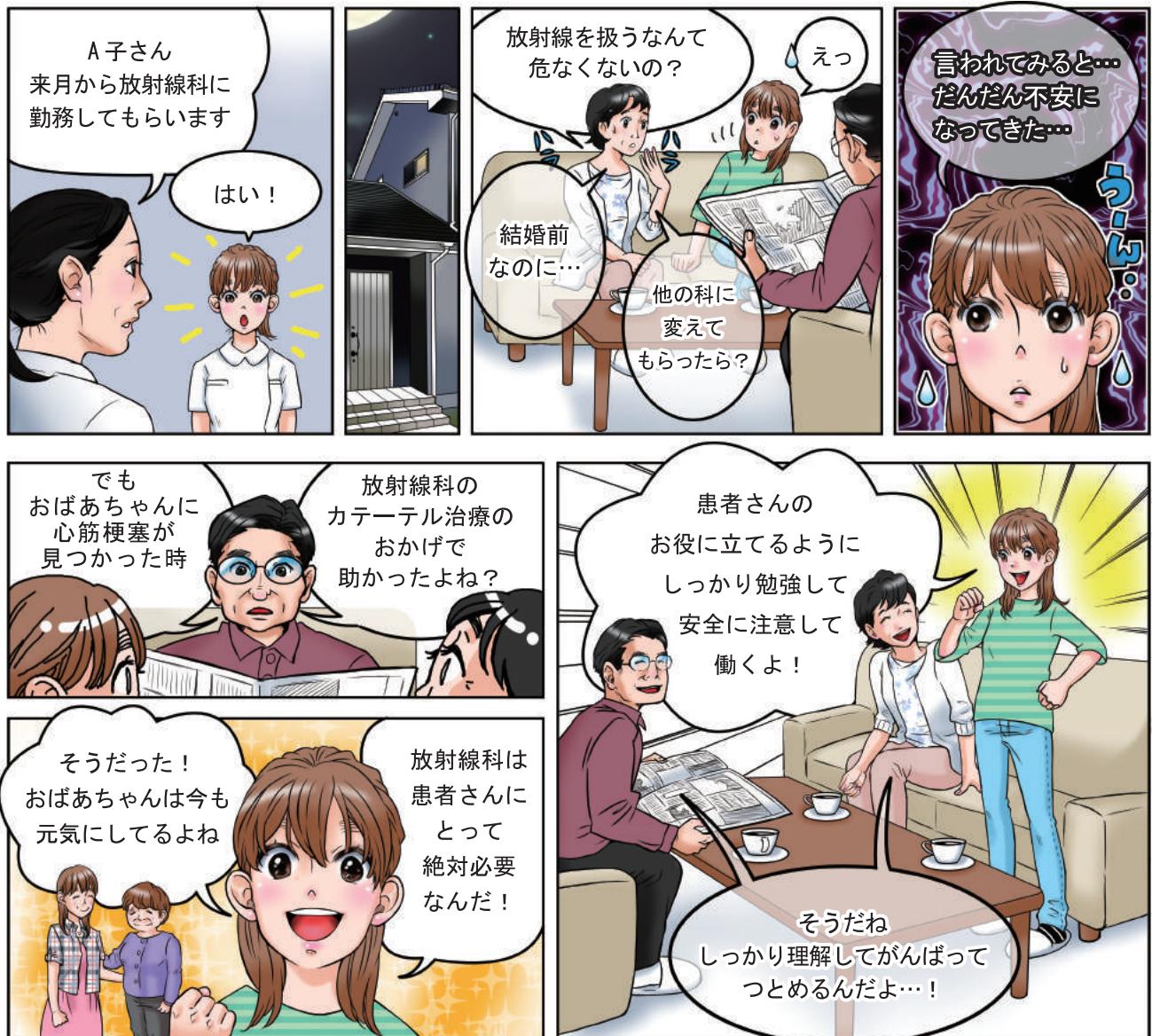
「次の勤務は放射線科です」。こう言われた時、あなたはどう思いましたか？期待でワクワク？でも、ご家族はどのような反応でしょうか？「結婚前なのに…」「妊娠したらどうするの…？」。あなたのことを親身になって考えてくれる大切な家族からこんな意見が出た時、あなたは安心してもらえる説明ができるでしょうか？

高齢化社会を迎えた今、放射線治療やカテーテルを用いた手術は体にメスを入れない患者さんに優しい治療方法として脚光を浴びています。地域のクリニックを含めた75%以上の全医療機関で行われており、放射線治療は医療行為の中でなくてはならないものです。

しかし、放射線について、義務教育や高等学校などの授業で教える必要のない項目とされてきました。看護師の養成課程でも、系統立てて教えている教育機関は少ないと思います。

日本看護協会には、がん放射線療法看護認定看護師制度があります。高度な医療を提供するチームの一員として、やりがいを持って働くことができます。

看護師は患者さんと最も密に接する医療人です。放射線に関する基本事項、放射線診療の意義、副作用、安全管理を知ることは、必ず明日からの業務の自信となります。気になる項目から目を通し、日々の看護に役立ててください。



## 学習目標

- 放射線検査・治療の概略を知る
- 看護師の役割を理解する
- 放射線診療における患者さんの対応（相談を含む）の概略を理解する
- 放射線についての一般的な知識や被ばく防御方法の習得

# もくじ

## 1 放射線検査の概略

放射線検査が必要とされる場面	4
放射線科で行う検査の種類	4
単純エックス線検査	5
透視検査	5
単純エックス線検査・透視検査を行う前に配慮すべき事項	6
CT 検査	7
CT 検査前に配慮すべき事項	8
MR 検査	9
MR 検査前に配慮すべき事項	9
ガドリニウム造影検査	9
超音波検査	10
核医学検査	10
核医学検査前に配慮すべき事項	12
センチネルリンパ節シンチグラフィ	13

## 2 放射線を利用した治療

放射線を用いた治療・検査が必要とされる場面	14
IVR の具体的な手順	15
IVR を行う前に配慮すべき事項	15
IVR の治療中と治療後の対応	16
放射線外照射療法	16
放射線（外照射）治療を行う前に配慮すべき事項	17
放射線（外照射）治療の治療中と治療後の対応	18
内照射療法（アイソトープ内用療法と密封小線源療法）	18
アイソトープ内用療法	18
内照射療法における看護師の役割	19
密封小線源療法（シード治療）	20
密封小線源治療（シード治療）における看護師の役割	20

## 3 放射線診療における医療安全

医療安全	21
代表的な放射線の医療事故	21
医療安全のための看護師の役割	22
具体的な安全管理の手法	23
① 予約・受付業務 ② 始業前点検 ③ 検査説明・問診記入 ④ 撮影装置への移動、呼吸指導 ⑥ 撮影実施	24
植え込み型ペースメーカーと ICD	24
ヨード造影剤の安全な使用	25
① アレルギー ② 造影剤腎症 ③ 基礎疾患の確認と服薬の確認 ④ CT 検査時の血管確保	25
CT 検査の今後の課題一看護師も参加した被ばく管理	26
① 前医の検査内容の確認 ② 適切な検査依頼	26

# 4

## 放射線の生物的な影響 ..... 35

放射線に関する基礎知識	35
放射線の領域で特別に用いる単位	35
放射線の種類	36
身の回りにある放射線	36
放射性物質の半減期	37
放射線の生体への影響	38
遺伝的影響	39
遺伝と発がんへの影響	39
妊婦の被ばくによる胎児への影響	40
細胞影響	40

# 5

## 放射線診療従事者の放射線安全管理 ..... 41

放射線に関する基礎知識	41
① 教育訓練 ② 特殊健康診断 ③ 個人被ばく線量測定 ④ 作業管理 ⑤ 作業環境管理	

# 6

## 患者さんとのコミュニケーション ..... 48

放射線診療に対する不安の特徴	48
内部被ばく	49
放射線不安を持った患者さんへの対応	49
不安を作らないために日常必要な事柄	51

## 付録 ..... 54

原発事故災害への対応	54
原発事故災害時の対応は核医学診療における安全管理に準じて行う	54
大量被ばくした可能性がある患者さんへの対応	54

## 索引 ..... 56

# 1

# 放射線検査の概略



## 放射線検査が必要とされる場面

放射線検査はどのような場面で活用されているのでしょうか。誰でも経験するのは、学校や職場の健康診断です。病院を受診した患者さんが検査を受ける目的は大きくわけて、

- ① 医師が診断をするための情報を得る
- ② 確定した病気の進行度を知る
- ③ 治療の内容や治療開始時期を選択する
- ④ 治療効果を診る

の4種類です。

また、治療の場面でも、放射線を利用するIVR (Interventional Radiology) 手術、放射性医薬品の投薬治療、放射線照射による治療に活用しています。

### POINT!

診断・診療の過程に  
放射線診療は密接に関与している



## 放射線科で行う検査の種類

放射線科で行う主な検査は下記となります。

### 放射線検査の種類

- ① 単純エックス線検査 .....放射線  
(患者さんたちの多くはレントゲン検査と呼びます)
- ② 透視検査 .....放射線
- ③ CT検査 .....放射線
- ④ MR検査 .....電磁石、電磁波
- ⑤ 超音波(エコー)検査 .....超音波
- ⑥ 核医学検査 .....放射性物質

放射線の検査といつても全てに放射線を利用するわけではない

### ① 単純エックス線検査 ② 透視検査 ③ CT検査

検査装置から人工的に発生させた放射線を患者さんの体に照射し、患者さんの体を透過した度合の違う放射線を受像面や検出器で受け止めます。これを利用して画像を作成します。

### ④ MR検査 ⑤ 超音波検査

いわゆる放射線は利用しません。

④ MR検査は、電磁石と電磁波を利用した検査です。⑤ 超音波検査は、魚群探知機にも利用されている超音波を活用しています。

装置の小型化が進んだことや特別な検査室を必要としない手軽さから、外来各科や病棟、また往診先での利用も一般的となりました。

### ⑥ 核医学検査

放射性物質を利用した検査薬を用いる検査です。

① 単純エックス線検査、② 透視検査、③ CT検査とは異なり、患者さんに投与した検査薬から出る放射線を受像面で受け止めて画像を作成します。

## ● 単純エックス線検査

最も一般的な放射線検査で、診療所を含めた全国の医療機関の75%が装置を保有しています。極めて短時間の放射線照射で画像を得ることが出来ます。頭部、胸部、全身の骨やマンモグラフィと呼ばれる乳腺の検査などがあります。

ほぼ同じ短時間の撮影でありながら、薄切りにしたような断層が得られる検査装置も普及し始め

ています。

移動が困難な患者さんのために、移動型のエックス線撮影装置を用いて病室内や患者さんの自宅で撮影を行うこともあります。

また、災害現場で施行し早急な医療判断に役立っています。これらの特殊な場合の安全管理については後で詳しく記載しています。

単純エックス線検査の装置と画像



ベット上に寝て撮影



立った状態で撮影

資料提供：島津製作所



脛骨骨折(→)の画像

## ● 透視検査

透視検査は胃や大腸などの消化管にバリウムを投与して内腔の状態や動きをリアルタイムに観察できる特徴があります。胃の健診を受けた方も多いことと思います。今では透視装置を用いたIVR

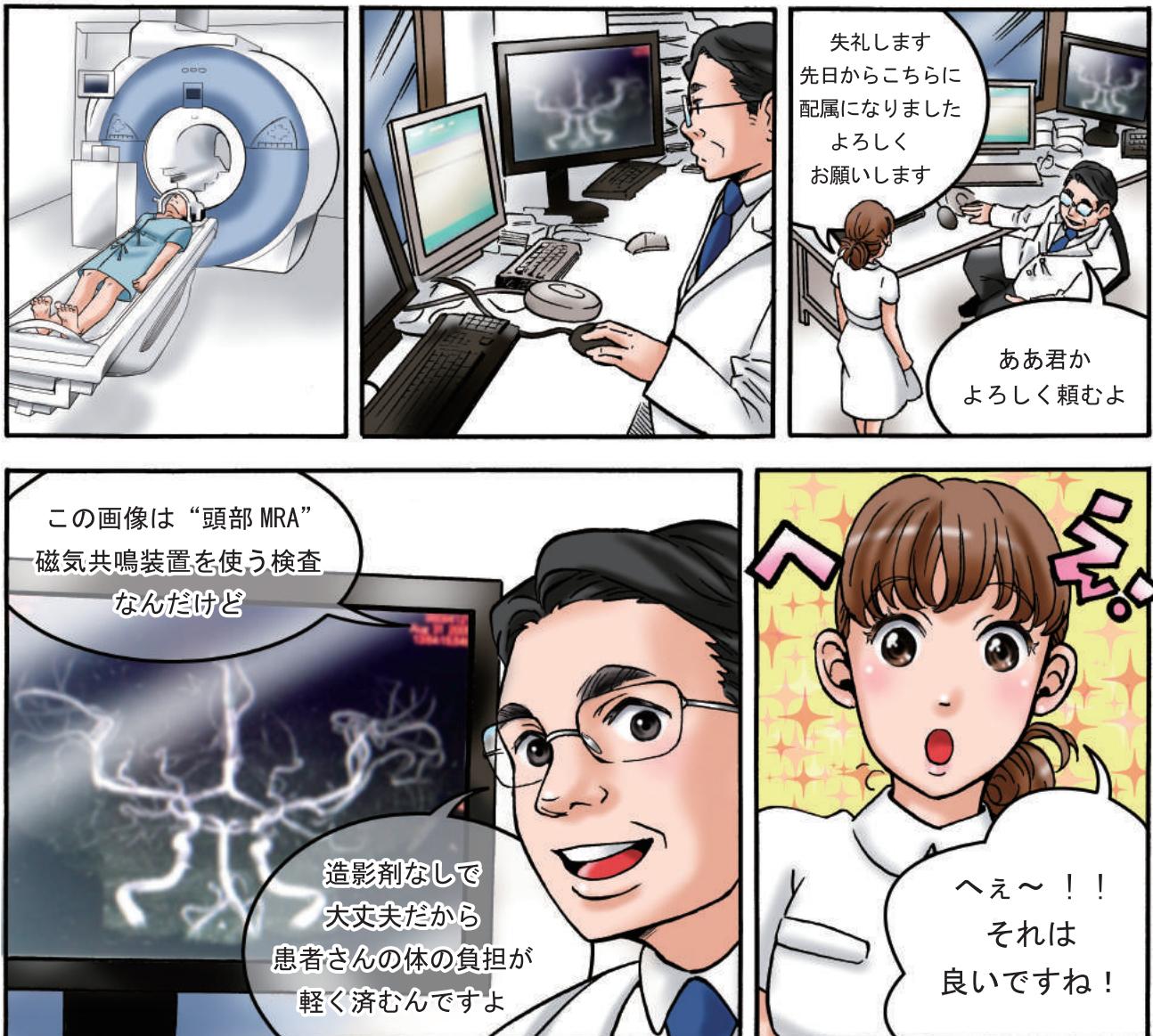
の件数が増えていますが、これは治療の項目に記載しています。

透視撮影



胃や消化管にバリウムを投与して内腔の動きをリアルタイムに観察できる。  
消化管以外の部位にも応用。  
検診にも利用している。





## 単純エックス線検査・透視検査を行う前に配慮すべき事項



検査は仰臥位であったり、片足立ちをしたりと目的によりさまざまです。

また、数秒間の息止めを必要とする場合があります。検査前にこの情報を得て、患者さんが無理なく対応できるかを検討してください。苦痛が強い場合や息止めが困難な場合など、検査結果が不十分になることが予測できる時は主治医と相談し、撮影を担当する診療放射線技師へ事前にその情報を伝えてください。他の検査方法を検討するなど次善の策を講じることが出来ます。

撮影室では、点滴などのラインが装置に引っかかったり、患者さんが転倒したりすることのないように注意が必要です。

消化管透視では食事制限や低残渣食の摂取など

が確実に行われるよう配慮する必要があります。また、透視の精密な検査ではブスコパンなどの前投薬を使用しますから、ブスコパンの禁忌疾患の確認や副作用への対応の準備も大切です。

医療安全上のポイントは、検査件数が多いこともあります、患者さんの取り違えに十分注意することです。同姓同名や撮影部位、撮影体位の間違いが起こりやすいことに注意し、慎重に対応します。

単純エックス線撮影時は、アクセサリーなどの金属類は外してもらいます。外来患者さんの場合、ワイヤー入りの下着を着用していることがありますので、このような場合に備え、検査着などを事前に準備しておく配慮も大切です。

**POINT**

患者さんが安全かつ安楽にエックス線撮影・透視検査を受けるために配慮する事項

知る

検査の質

安全

撮影時の体位や呼吸停止の有無

撮影体位を患者さんが保てるかを考え対処

- 同姓同名
- 点滴などのラインへの注意
- 転倒、苦痛の強い体位
- 前投与薬による副作用

**CT 検査**

CT (Computed Tomography) 装置は、全国で 1 万台以上が日常的に稼働しています。救急での利用

も一般的です。最近は CT 装置を保有するクリニックも多く、肺がん健診でも活用しています。

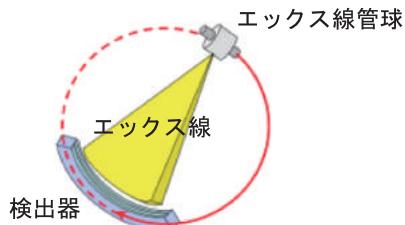
**CT 検査の原理**

CT 検査装置は、患者さんが巨大なリング状の構造(ガントリ)を潜り抜けるようにして撮影します。このリング状の構造の中に、エックス線が発生する装置と、エックス線を受ける検出器があります。ガントリの中心を患者さんの体が通る時に回転しながらエックス線を出し、体を透過した放射線を検出器で受けて画像を作ります。このリング状の構造が回転し続けることで患者さんの体を輪切りにしたような画像が作成できます。

最近の装置はこの回転スピードがとても速く、1

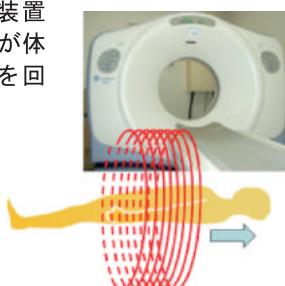
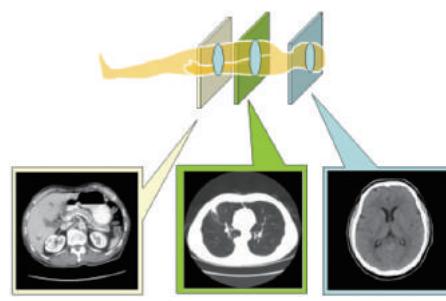
秒間で 3 ~ 4 回転します。そのため、胸部であれば 10 秒程度、胸部から骨盤までの撮影も 30 秒以内で終了します。

また、撮影の間隔を 1 ミリメートル以下に設定することが可能になったため、撮影後の画像を、診断しやすい角度の断面画像や、3 次元の立体的な画像、さらには必要な構造のみを選択して画像処理をすることで、より精密な画像を作成することができます、手術前のシミュレーション等に利用されています。

**CT 装置の概略**

回転するエックス線管球と検出器の間を人体が移動することによって輪切りの写真が撮れます。

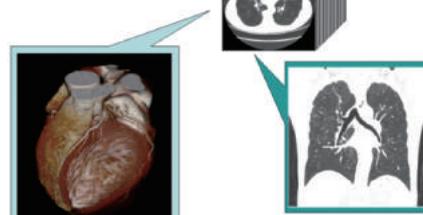
エックス線管の発生装置（エックス線管球）と体を透過したエックス線を受ける装置（検出器）が体のまわりを回転。

**体各部位の CT 画像**

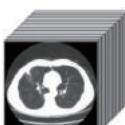
腹部  
(肝臓・脾臓・腎臓)  
胸部  
(肺・心臓)  
頭部

**立体画像**

薄い輪切り画像を再構成して任意の断面や立体画像を作成



心臓



肺を正面から輪切りにした画像  
JRC2009市民公開講座資料より引用



### ■ 体位の確認

CT 検査の撮影そのものは、多くの場合 1 分以内です。しかし、患者さんの体格に合わせて撮影範囲やエックス線の出力などの撮影条件を個別に決める準備が必要です。この時間も患者さんは撮影時と同じ体位を保つ必要があります。短くて 2 ~ 3 分、長いと 20 分くらいかかります。撮影時の体位のほとんどは仰臥位で両腕挙上です。肩の痛みなどでこの姿勢を保てないと画質が低下する場合があります。

撮影時間中に、疼痛などのため体が動いてしまうと画像が乱れ、再撮影が必要となります。胸部と腹部の撮影では撮影時の呼吸停止が良い画像を

得るために不可欠です。疼痛の強い場合や、短時間しか呼吸を停止できない患者さんの場合は、診療放射線技師と連携し、担当医に鎮痛剤予防内服等の対応を相談します。

撮影室では、点滴などのラインが装置に引っかかったり、患者さんが転倒したりすることのないように注意が必要です。

また、CT コロノグラフィ（CT を利用して内視鏡に類似の画像を得ることができる。）では専用の低残渣食の摂取が確実に行われるよう配慮する必要があります。

### ■ 絶食が必要な検査かの確認

絶食の有無は撮影部位と造影検査の有無により異なります。造影しない単純 CT 検査であっても上腹部の検査では、胆嚢を詳細に検索するために絶食は必要です。

また、造影検査の副作用で嘔吐した場合に胃内容物を誤嚥する危険があります。絶食と絶飲食を患者さんが混同しないように注意した事前説明も重要です。

### ■ ヨード造影検査

ヨード造影剤を経静脈投与する造影検査の場合、血流が豊富な部分が白く描出されるため、コントラストの良い画像となり、さまざまな診断に役立ちます。しかし、腎機能が低下していたり、ヨードアレルギーを持つ患者さんでは、腎機能の悪化や重篤な副作用を生じ、死に至る場合もあります。喘息もハイリスクです。

また、経口糖尿病治療薬の種類によっては、検査前後の服用を控えないと乳酸アシドーシスを起こす危険があることもわかっています。造影検査を予定している場合は事前に用意された問診表に従って正確に患者さんの情報を把握してください。（P:21 医療安全の項に詳細を記載）

また、総容量 100 ミリリットル程度の粘稠度の高い造影剤液を 3 ~ 4 ミリリットル／秒のスピードで自動注入器を用いて投与します。血管確保が不十分なことによる漏出は、数秒で数 10 ミリリットルとなります。しっかりと血管を確保しなければなりません。

さらに、投与中は体がとても熱くなったように感じます。検査を受けたほとんどの患者さんの記憶に残るほどの熱さです。事前に説明をしておかないと、患者さんが驚いた拍子に動いてしまい、検査がやり直しになる場合もあります。なお、比較的高頻度に発生する副作用への対策を整えておく必要があります。

※ 第 3 章：放射線診療における医療安全に詳細を記載

### ■ ペースメーカー

ペースメーカーや ICD（埋め込み型除細動器）に CT 検査の放射線が当たることで装置が誤作動を起こす場合があります。これらの患者さんは専用の手帳を持っており、多くの方が CT 検査時の注意事項を理解されていますが、撮影範囲に装置が含まれる胸部 CT の場合は、必ず手帳を確認してください。誤作動に該当する装置かわからない時は、必ずメーカーへの確認を行わなければいけません。

**POINT** 患者が安全かつ安楽に CT 検査を受けるために配慮する事項

知る

- 撮影時の体位、呼吸停止の有無
- 絶食の有無、造影検査の有無

安全

- ペースメーカーの有無
- 造影検査への安全対応：
  - ・ヨードアレルギーの有無
  - ・腎機能チェック
  - ・喘息の既往
  - ・服薬中の糖尿病治療薬の確認
- 同姓同名、撮影部位の確認
- 点滴などのライン
- 当日の他の検査や処置の確認
- 転倒、転落

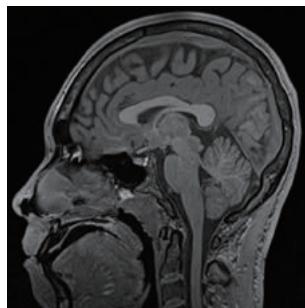
## ● MR 検査

MR (Magnetic Resonance) 検査はエックス線を利用する検査ではありません。電磁石から生じる電磁界と電磁波を利用する検査方法です。脳神経や生殖器、骨軟部の細かな構造を描出できます。また、造影剤を利用しなくとも脳血管を描出することが可能で、最近ではほとんどの総合病院に設置されている他、救急救命外来や健診施設などでも保有するところが増えています。

頭部 MR 画像



MRA



頭部矢状断像

### MR 検査前に配慮すべき事項



MR 検査は多くの場合 20 分程度の間、臥床する必要があります。多くは仰臥位ですが、乳腺撮影では腹臥位となり、造影を伴う検査では両腕挙上が必要となります。何種類かの画像を撮像しますが、それぞれ 2 ~ 3 分程度必要です。この間に体を動かすと不鮮明な画像となり、必要な情報を得ることができません。検査時には工事現場にいるような騒音が発生します。対策として患者さんに耳栓などを着用してもらいましょう。

疼痛や不随意運動を生じる可能性がある、また閉所恐怖症の可能性が高い時は、撮影を担当する診療放射線技師と連携し、事前にその情報を担当医に伝えてください。次善の策を講じることが出来ます。

MR 装置は CT 装置と似ていますが原理は全く異なります。巨大な磁石のため、金属の持ち込みは厳しく制限されています。装置の強力な磁力によって、誤って持ち込まれた金属が患者さんに飛来し死亡する事例が報告されています。医療関係者がごく普通に用いるボールペンの小さなバネでも MR

装置に向かって飛ぶように引き寄せられます。患者さん自身の体内の金属や体に付けている金属にも注意が必要です。術後のクリップやペースメーカー、アクセサリー類などたくさんあり、多くの病院が一覧表を作つて患者さんに渡しています。

また、MR は電子レンジよりもエネルギーは弱いのですが、同程度の周波数の電波を利用しています。このため、ラメの強い化粧や金属を含む顔料で作成した刺青にも注意が必要です。

これらの部位が撮像範囲に含まれていると、軽いやけどのような皮膚症状を起こすことがあります。

糖尿病などで汗を極端にかく患者さんの場合も同様です。上肢と密に接した体幹部の表面が汗でぬれると電磁波により電流が誘導されて、局所のやけどを起こすことがあります。このような患者さんは事前に診療放射線技師へ伝え、タオルを挟むなどの対応策を講じてもらいましょう。撮影には関係しませんが、電子カード類を持ち込むと情報が消えてしまいます。これは患者さんも医療スタッフも注意が必要です。

※ 第3章：放射線診療における医療安全に詳細を記載

## ● ガドリニウム造影検査

MR は造影剤を使用しなくとも、血管だけを描出することができます。

腫瘍など、検査の対象となる病変の性状を確認する時には造影検査を行います。一般的に使用するガドリニウム造影剤は、経静脈投与します。

しかし、腎機能が低下していたり、喘息に罹患している人に対して重篤な副作用を生じ、死に至る場合もあります。造影検査を予定している場合は事前に用意された問診表に従って正確に患者さんの情報を把握してください。

※ 第3章：放射線診療における医療安全に詳細を記載

**POINT** 患者さんが安全かつ安楽にMR検査を受けるために配慮する事項

知る

- 撮影時の体位、呼吸停止の有無
- 絶食の有無、造影検査の有無

安全

- 閉所恐怖症、アレルギーの有無、疼痛の有無
- ペースメーカーや体内金属の有無、腎機能
- 点滴などのライン、同姓同名
- 当日の他の検査や処置の確認
- 転倒、転落



## ● 超音波検査

超音波検査は魚群探知機にも応用されている音波を用いた検査法です。患者さんの体表面に、携帯電話くらいの大きさの小さな探触子（プローブ）を当てます。ここから超音波を送受信し画像を作成します。専用の探触子を用いれば、ほぼ全身の検索が可能です。

また、いわゆる放射線被ばくがないこと、持ち運びが容易な小型装置があることにより、聴診器のような感覚で利用されています。多くの場合各診療科の外来や病棟に装置があり、主治医が診察の途中で利用することもあります。対象となる部位は循環器や消化器に加えて、甲状腺、乳腺が主です。被ばくがないため、乳幼児の先天性股関節脱臼のスクリーニングや眼科で眼球の状態を確認するなど幅広い領域に用いています。寝たきりの患者さんや乳幼児にも特に処置はせず利用しています。

上腹部の検査では胆嚢を拡張させるためにも絶

食は必要です。飲水は検査内容によって制限する場合もあります。絶食と聞くと水も制限してしまう患者さんがいるので確実に注意事項が伝わるようにしてください。

造影剤は専用の薬品があり、臨床上の必要に応じて経静脈的に投与します。

**POINT!** 患者が安全かつ安楽に超音波検査を受けるために配慮すべき事項

知る

- 撮影時の体位、呼吸停止の有無
- 絶食の有無、造影検査の有無

安全

- 点滴などのライン
- 当日の他の検査や処置の確認
- 転倒、転落

## ● 核医学検査

患者さんの体内に放射線を出す医薬品を投与し、検査目的の部位に医薬品が集まって放射線を出している様子を画像化する目的で行う検査です。

歴史は古く、単純エックス線撮影の開始と同時に始まっています。最近は核医学検査のひとつである PET (Positron Emission Tomography) 検

査を用いたがん検診も普及しています。

通常の核医学検査は SPECT (スペクト) 検査、またはシンチグラフィとも呼びます。検査の種類ごとに異なる薬品を用いますが、その種類は 20 種類以上にものぼります。

### ■ 核医学検査の原理

みなさんが医薬品を服用した時、それが体内のどこに分布しているかを考えたことがありますか？ 例えば、治療薬が本当に病変部に到達したかどうかは通常、確かめることはできません。治療効果を待って薬効があったかを判断します。

しかし、RI (Radio Isotope, 放射性同位元素) を結合させた放射性医薬品は、検査目的の部位に集まり、放射線を出します。その様子をガンマカメラや PET カメラと呼ばれる装置で画像化します。放射線科医や診療放射線技師が、撮影ではなく“撮像”と呼ぶのは、このように患者さんの体内にある医薬品から出る放射線を利用しているからです。

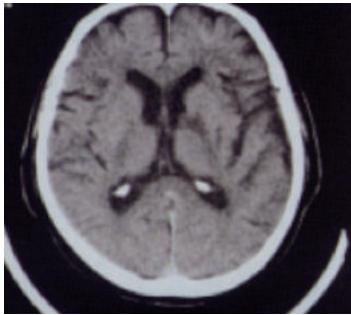
CTなどのエックス線を用いた検査の主な目的は、解剖学的に正確な情報を得ることに対して、核医学検査の主な目的は生理機能を画像化することです。

このため、検査は腹部、胸部などに分類するのではなく、脳血流、腎機能（レノグラムと呼ぶ）、腫瘍というように、把握したい機能別に分類しています。

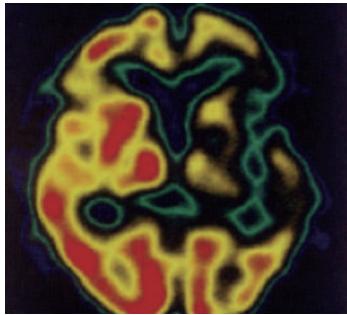
このように行う核医学検査のことを“シンチグラフィ”と呼んでいます。脳の血流をみる核医学検査であれば、脳血流シンチグラフィといいます。

最近では同時に低線量の CT を撮影し、両者を重ね合わせて画像化した、より正確な位置情報を得られる SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) /CT や PET/CT と呼ぶ検査方法が一般的となっています。このような場合はガンマカメラと PET カメラと CT 装置が一体となった装置を利用します。

核医学検査画像は生理機能画像

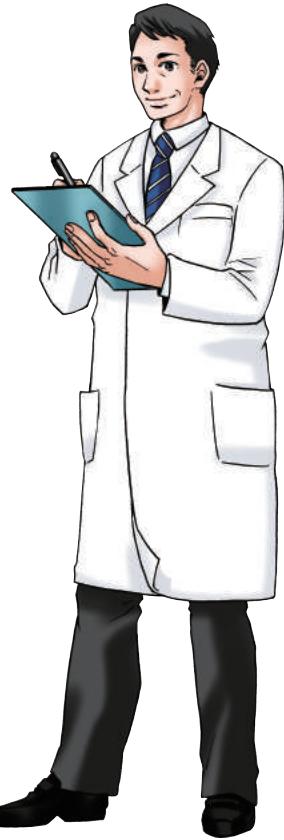


頭部 CT



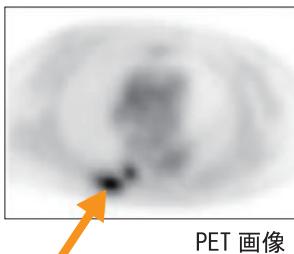
脳血流シンチグラフィ

CTでははっきりしない脳の血のめぐりの悪いところが判明

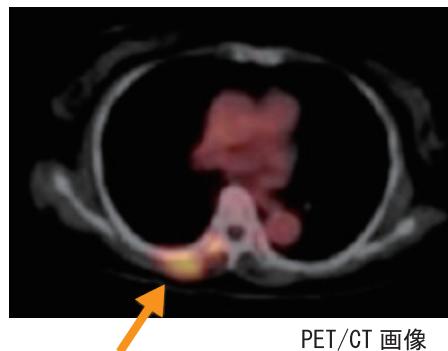


出典：核医学検査 Q&A 日本アントープ協会

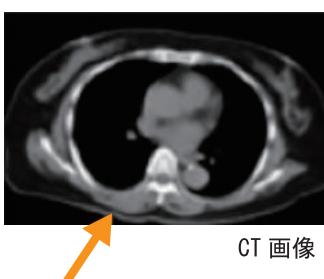
核医学画像と CT 画像の重ね合わせは病変部位の正確な把握に有効



PET 画像



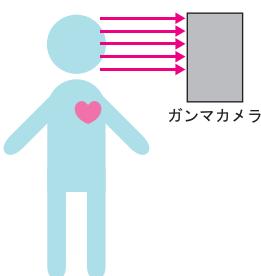
PET/CT 画像



CT 画像

PET 画像では → 部に異常を認めるが、CT 画像でははっきりした異常は認めない。  
これらを重ね合わせると、右背部の筋肉に異常があることがわかる。

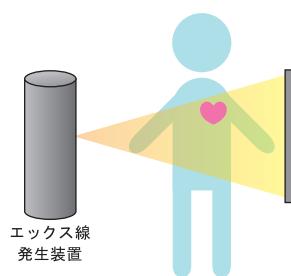
核医学検査（PET を含む）



放射性医薬品を投与し、医薬品集積部位から放出される放射線をガンマカメラを用いて収集し画像化。

放射性医薬品 = 医薬品 + 放射性物質

エックス線撮影・CT・透視・血管撮影



体外から放射線を照射。  
体を通り抜けた残りを利用して体の中の様子を画像化（透過度の差）。

## 核医学検査前に配慮すべき事項



核医学検査で用いる放射性医薬品は、薬の成分量自体が少ないため、多くの場合、アレルギー反応などの副作用を配慮する必要はありません。

ガンマカメラ装置は通常、約1メートル四方の板状の装置部分が患者さんの体の数センチメートルの位置まで近接します。

PETカメラは長い筒状の形状です。撮像は20分

程度の間、体動なく仰臥位を保つ必要があります。小児では鎮静が必要となります。

また疼痛のある患者さんではうまく画像を収集できないこともあります。その場合は事前に、より安楽な方法を検討します。PET検査では両腕挙上が必要となるため、肩痛の有無の確認もしてください。

### ■ 前処置

食事制限が不要な検査も多い一方で、PET検査のように4～5時間以上の厳格な食事制限が不可欠な検査もあります。その他の前処置も検査ごと

に異なります。手順書を事前によく読み、必要な対応を行ってください。

### ■ 負荷検査

脳血流、心筋血流、腎臓からの排泄機能など、さまざまな生理機能を確認する目的の負荷検査があります。

血管拡張剤や利尿剤などの投与時の急変に備えた準備が必要です。また、負荷薬の利用が禁忌でないかを事前に確認することも重要です。

核医学検査は、各種医薬品を用いた生理機能検査と考えてください。例えば同じ心筋血流の検査であっても、用いる薬剤により絶食の必要性や、放射性医薬品投与から検査開始までの時間が大きく異なり、2日後や1週間後に撮像する場合もあります。一度に覚えることは難しいので、検査ごとにすべき事項が異なる、ということを意識しておき、その都度、手順書を確認して対応してください。

他の放射線検査と同様に、撮像時の検査台への移動時の注意に加えて、CTよりも患者さんの体に装置が近接しながら回転することに配慮した点滴ラインへの注意が必要となります。

CTを同時に撮影するSPECT/CTやPET/CTでは、CT検査の項目に記載した配慮も必要となります。最近はCTのヨード造影検査とPET検査を同時に行う場合もあります。

おむつを利用した、赤ちゃんや高齢者の核医学検査後は、排泄物に交じって放射性医薬品が出るため、しばらくの間はおむつからも放射線が出てきます。

自治体の焼却場には、過去に誤って放射性物質

が廃棄された事例があることにより、放射性物質の計測機器が設置されています。少ない放射線量であっても、検知されると引き取ってもらうことができません。

不要な不安を廃棄物処理担当者に与えてしまわないよう、病院内で決められた場所に数日間保管し、放射線が過剰に検出されないことを確認してから廃棄するなど、院内のルールに従ってください。

おむつを利用した外来患者さんの場合には、検査により1日～1週間程度、使用したおむつを家庭内に保管してから廃棄するように説明しましょう。この時、患者さんの家族へ、放射線の影響を心配する必要がないこと、数日間保管する理由が廃棄物処理施設に感度の高い放射線検出器が設置されているため、という説明をきちんとして、不安を作らないようにしてください。

**POINT!** 患者が安全かつ安楽に核医学検査を受けるために配慮する事項

- 撮影時の体位、呼吸停止の有無
- 絶食の有無、負荷検査の有無

- 不随意運動、疼痛

- 点滴などのライン、同姓同名
- 当日の他の検査や処置
- おむつの利用（廃棄物管理）
- 転倒、転落

核医学検査薬自体の副作用はない



## ● センチネルリンパ節シンチグラフィ

悪性腫瘍の手術では、原発巣を切除する時に、どのリンパ節と一緒に郭清するかが決まっています。将来、転移する可能性が高いリンパ節を全部切除すれば、転移、再発の可能性は低くなります。

しかし、患側のリンパ流がうっ滞を起こし、リンパ浮腫によって上肢や下肢が常に腫れ上がります。

夏でも短い袖の洋服を着られない、弾性包帯が手放せない、運動ができないなど、生活の質(QOL)の低下を強いられます。

再発の危険性を増加させることなく、QOLの向上を目的として考案された方法がセンチネルリンパ節シンチグラフィです。

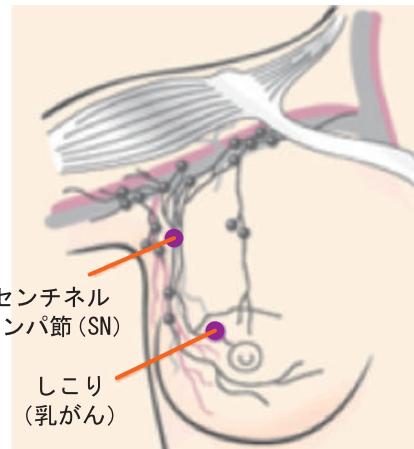
センチネルリンパ節とは、腫瘍が最初に転移したリンパ節を指します。この箇所がわからないため、安全を期して広範囲のリンパ節を切除しますが、センチネルリンパ節シンチグラフィでは、転移したリンパ節に集まる性質を持った放射性医薬品を用いてその箇所を明らかにしておき、手術時は問題があるとされたリンパ節に限定して切除を行なうことができます。

主に乳がんや皮膚がんの手術前に行っています。婦人科領域のがんに行う施設も増えています。患者さんにも良い治療法として認知度の高い検査方法ですが、検査薬投与時の患者さんの苦痛が大きいことが今後の課題となっています。

### センチネルリンパ節シンチグラフィの実際



手術中に放射線を検出する機械を用いて医薬品があつまり放射線を出している部位を探す





### 放射線を用いた治療・検査が必要とされる場面

放射線科では、手術、放射線外照射、内照射の3種類の治療を行っています。

手術とは透視装置を用いて行うIVR (Interventional Radiology) 手術のことです。

みなさんも良く耳にする心臓カテーテル手術がこれに相当します。

放射線外照射は悪性腫瘍を切らずに治す方法として患者さんの認知度も高い治療方法です。

内照射療法は、投薬によるアイソトープ内用療法と密封小線源を挿入する治療があります。投薬によるアイソトープ内用療法は、放射性医薬品を投与して医薬品として代謝させるなかで、放射性物質が病巣部に吸収される方法です。密封小線源を挿入する治療は、カプセルに封じ込めた放射性物質を、病巣部を狙って直接対外から刺入する方法です。

これらの治療の主な対象疾患を表にまとめました。IVR は腫瘍だけでなく、梗塞や圧迫骨折など幅広い対象疾患があります。

血液照射とは、輸血製剤を患者さんに投与する前に血液パックの状態で放射線を照射することです。これは、輸血された血液(移植片)が輸血を受けた患者さんの体を異物とみなして発症し、死に至るケースが多い、輸血後 GVHD (Post Transfusion-graft Versus Host Disease、または Transfusion-associated Graft Versus Host Disease) を予防するための処置です。

血液センターから直接購入する場合には、照射済みの血液が提供されますが、家族間で提供された血液を利用する場合などに備えて、小型の血液照射装置を保有している施設もあります。この装置は通常は輸血部に設置しています。

### 放射線を利用した治療

#### ■ IVR : Interventional Radiology の主な対象疾患

- ・腫瘍への（特に肝細胞がん）塞栓術・動脈瘤
- ・門脈圧亢進症
- ・心筋梗塞
- ・子宮筋腫
- ・圧迫骨折へのセメント注入療法

#### ■ 放射線治療（外照射・内照射）の対象疾患・利用方法

- ・腫瘍に対する根治的治療
- ・術前照射
- ・術後照射
- ・予防的照射
- ・緩和照射
- ・骨髄移植前の全身照射

その他：血液照射

## ● IVR の具体的な手順

IVR にはさまざまな手技がありますが、ここでは腫瘍を治療する方法を紹介します。

IVR は患者さんを透視台に寝かせた状態で行います。透視検査で利用する装置、もしくは IVR 専用の透視装置を用います。

穿刺部位を清潔にして、上腕か大腿の動脈に穿刺し、ここから細い血管造影用のカテーテルを挿入していきます。治療の目的とする腫瘍の栄養血管の分岐部までカテーテルの先端を運びます。これは事前に行った造影 CT 検査などで腫瘍の栄養血管を予測した部位です。目的部位にカテーテルが到達しているかは、造影 CT 検査などで用いるヨード造影剤で撮影をして確認します。次に、栄養血管を塞栓させる物質をカテーテルから流し、腫瘍への血流を遮断します。この後、腫瘍は壊死し、壊死物質は体内で徐々に吸収されていきます。

心筋梗塞のように閉塞した血管を開存させる場合は、梗塞となっている血管にカテーテルを挿入し、血栓溶解剤を流したり、いろいろなデバイスを用いて閉塞部が再開通するようにします。



IVR でエックス線透視を利用してカテーテルを操作し、カテーテルを挿入したところ (→が先端部)

## IVR を行う前に配慮すべき事項

IVR は手術に準ずる治療方法です。一人ひとりに合った手技を行うため、担当するスタッフ全員が治療の概略を理解していかなければなりません。可能な限り、事前のカンファレンスで手技を確認し、治療の進め方を把握しておきましょう。

IVR を専門とする施設では、IVR のマネジメントの中心を看護師が担当し、病棟への事前訪問も行っています。これは患者さんからの情報を得る最適な方法です。過去の治療歴やアレルギーなどの重要な情報を、複数のスタッフが繰り返し質問することで患者さんが思い出すこともあります。この情報は IVR の最大の副作用である、皮膚障害の回避に役立つことがあります。

事前に必要なカテーテルなどの物品を確認します。カテーテルの種類は多彩です。特殊なカテーテルを利用する可能性が高い時には、事前の手配が必要です。この業務は診療放射線技師や臨床工学技師、看護師が対応します。

治療中は仰臥位が基本的体位です。撮影のために数秒間の息止めを必要とする場合があります。事前にこの情報を得て、安楽に患者さんが対応できるかを検討してください。強い苦痛を伴う場合や息止めが困難な場合、不随意運動がある場合な

ど、治療が不十分になることが予測できる時は IVR の医師と相談し、対応策を検討してください。

治療に用いる撮影室では、点滴などのラインが装置に引っかかったり、患者さんが転倒したりすることのないように注意が必要です。また、絶食や前投薬の投与が確実に行われているかも大切なチェック項目です。透視の精密な検査ではブスコパンなどの前投薬を利用しますから、その副作用への対応の準備も大切です。治療は通常患者さんが覚醒した状態で行いますが、患者さんの取り違えには十分注意し、慎重に対応してください。

## IVR の治療中と治療後の対応



IVR の治療中は医師と診療放射線技師は透視画面で確認しながら治療の局所部位にのみ意識を集中しがちになります。そのため看護師が IVR のカテーテル操作の助手になることもありますが、そのような時でも冷静に患者さんをモニタリングして、全身の状態に異変がないかを確認することが求められます。ほとんどの場合は覚醒下で行いますので、患者さんが不安にならないように、適切なタイミングで声かけを行ってください。

IVR 終了後は安静を保持する目安を確認します。術後の持続麻酔などによる疼痛管理が必要な場合もあります。

また、皮膚表面への放射線量が多くなった患者さんについては、入浴時に強くこすらないなど、皮膚への機械的な刺激を与えないようにすることが、副

作用を進行させない最大のポイントとなります。これらの術後管理事項を、患者さんと病棟の受け持ち看護師との間で正確に共有してください。皮膚障害については第 3 章に詳しく記載しています。

### POINT! 患者さんが安全かつ安楽に IVR を受けるために配慮する事項

知る

- 治療手技の概略
- 前処置、術後管理

治療の質

- 不随意運動、疼痛、呼吸停止の可否
- 患者さんの不安への対応

治療後の患者さんの指導

安全

- 同姓同名
- 絶食
- IVR 皮膚障害
- 装置の衝突



## ● 放射線外照射療法

検査で用いる放射線よりもエネルギーが強い放射線を患者さんの体外から病変部位に照射し、腫瘍を治療する方法です。通常は“リニアック”と呼ばれる比較的小型の照射装置を利用します。最近は陽子線や重粒子線と呼ばれる、大がかりな装置を用いる方法もありますが、ここでは基本となるリニアックを用いた治療について記載します。

放射線治療の精度が上がり治療効果が向上した結果、手術に匹敵する治療効果を得られる疾患も増えてきました。悪性腫瘍の治療の基本は手術による切除と考えられてきましたが、臓器を切除することは患者さんの体に大きな負担を与えます。高齢化社会となり、がん治療を必要とする患者さんも高齢となるにつれ、放射線治療を自ら希望する患者さんが増えています。

また、声帯や副鼻腔の腫瘍など、切除により失う形態変化の影響（声を失う、顔面が変形する）

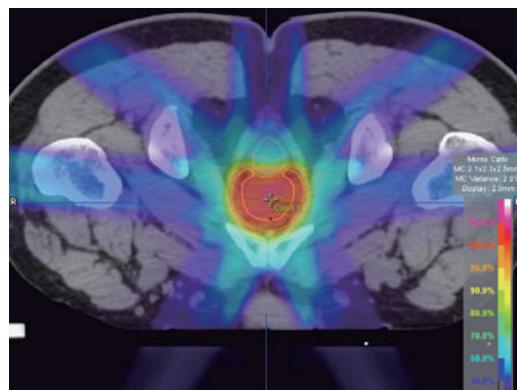
の大きさから、放射線治療を積極的に選択する場合もあります。

治療を実際に行う際は、医師が治療する対象範囲を決めます。その後、診療放射線技師や医学物理士らが、目的の部位に正しく放射線が照射されるように患者さんごとに照射方法を考えます。

一般的には多方向から分散して放射線を照射し、深部にある病変のがん細胞が死滅するのに十分な放射線が当たるようにします。腫瘍に達するまでに放射線が通過する周囲の健常な組織の放射線量については、障害が起こらないよう事前にシミュレーションを重ねます。一度に大量の放射線を用いると、健常部分にも障害が出やすいため、数回から 30 回前後、照射を繰り返す“分割照射”と呼ばれる方法を用います。

### 前立腺がんの患者さんへの放射線治療計画例

前立腺治療（IMRT 強度変調放射線治療）における治療計画用画像。前立腺部分が赤色で表示されており、放射線量が集中していることがわかる。



## 放射線（外照射）治療を行う前に配慮すべき事項



放射線治療は悪性腫瘍の治療方法のひとつです。患者さんごとに、その腫瘍の形状と性質に合わせた治療方法を計画していきます。化学療法を合わせて行う化学放射線療法では、化学療法科の医師も治療に参加することがあります。

また、手術範囲を縮小するための術前照射や、手術後に行う所属リンパ節などへの再発防止を目的とした治療、さらに緩和ケアの一環として行う骨転移巣などへの疼痛緩和目的の照射もあります。

事前に治療の概略を担当するスタッフ全員が理解していかなければなりません。病棟訪問を事前にを行い、看護師から今後予測される副作用の説明や、その対応方法を伝えてください。治療する線量と治療部位により副作用は異なります。副作用と照射部位を表にまとめて示していますが、これらの症状は治療開始直後ではなく、数回終了後から出現します。

副作用は患者さんが一番心配する事項ですが、その程度は個人により大きく異なります。医師に十分に確認して、正確な情報を伝えてください。患者さんの病気への受け止め方や精神状態などの情報は、必ず放射線治療科のスタッフへフィードバックし、より安全で安楽な治療になるように努めてください。

外来通院で治療される患者さんの場合は、日常生活の活動内容に合わせたきめ細かい生活指導や治療前後の時間を利用して、患者さんの状態の把握に努めます。治療中の飲酒や喫煙は副作用が増悪し、治療を中断せざる得ない事態となります。中断は悪性細胞が回復する機会を与え、治療効果にも悪影響があります。患者さん自身が、正確な部位への照射の大切さ、日常生活での副作用低減のための努力の大切さを理解し、治療に積極的になるよう、良好なコミュニケーションを築いてください。

治療は、細胞を死滅させることが目的ですから、検査時の放射線量の何千倍、何万倍という量をピンポイントに照射します。治療時は仰臥位が基本的体位です。照射位置のずれが起きないようにさまざまな器具が考案されていますが、患者さんが苦痛に感じないか、実際に使用する器具や体位を事前に確認してください。

苦痛が強い場合や不随意運動がある場合など、治療が不十分になることが予測できる時はスタッフに相談し、対応策を検討してください。

また、照射位置を正確に把握するために、皮膚の表面にマーキングをし、位置確認を行います。

乳房や外陰部など治療部位によっては、治療に支障がない形状の覆いを準備するなど、患者さんの羞恥心にも配慮してください。

その他、特殊な治療方法として、子宮がんの患者さんに、医師が専用の管を経膣的に子宮内に挿入し、その管の中に細い放射線源を遠隔操作で挿入する“ラルストロン”という治療法があります。

この時は婦人科の診察台に上がったような体勢で治療を受けます。これも事前に患者さんに情報を伝え、当日の不安や苦痛を少しでも軽減できるように努めてください。なお、このように腔内に放射線源を遠隔操作で照射する治療は、食道がん、気管、気管支がんなどにも応用されています。

患者さんが臥床する治療装置の台は、他の治療装置よりも幅が細く、高さも高くなります。点滴などのラインが装置に引っかかったり、患者さんが転倒したりすることのないように注意が必要です。連続して何人も治療を行う施設では、特に患者さんの取り違えに十分注意し慎重に対応してください。

### 放射線治療の副作用は主に治療部位に出現する

- 皮膚：放射線皮膚炎
- 頭部：脱毛
- 頸部：咽頭炎、喉頭炎、口腔内粘膜の炎症
- 胸部：肺炎
- 腹部：下痢
- 骨髄：骨髄抑制

## 放射線（外照射）治療の治療中と治療後の対応



治療中の患者さんの精神的な不安や副作用の発現がないかを確認することが求められます。副作用の徴候は逐次、放射線治療医に伝えて指示を受けてください。

放射線治療終了後は個別に生活指導を行います。治療終了時に皮膚の変色がある患者さんには、皮

膚をこすらないなど機械的な刺激を与えないよう患者さん本人やご家族に伝えてください。

また、放射線治療の効果は数ヶ月かけて徐々に現れることがあるため、忘れずに定期受診し、経過観察することの大切さを理解してもらってください。

### POINT

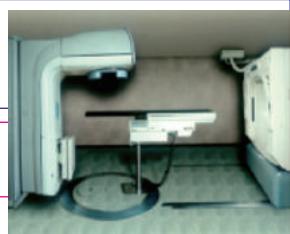
患者さんが安全かつ安楽に検査を受けるために看護師が配慮する事項（外照射）

#### 知る

- 治療の概略
- 前処置、副作用（放射線障害）低減方法

#### 治療の質

- 副作用対応
- 患者さん不安対応
- 治療後の患者さん指導



#### 安全

- 不随意運動、疼痛
- 転落・転倒

## 内照射療法（アイソトープ内用療法と密封小線源療法）



### アイソトープ内用療法

核医学検査と同様に放射性医薬品を利用した治療です。現在、日本で行っている対象疾患は以下に示す5種類です。

しかし、現在治験中の新しい薬が認可されれば、さらに種類は増えると思います。

#### 内照射（アイソトープ内用療法）の対象疾患

- ① バセドウ病
- ② 甲状腺がんの術後転移
- ③ 甲状腺がん術後アブレーション
- ④ 転移性骨腫瘍による疼痛（緩和）
- ⑤ 再発または難治性悪性リンパ腫

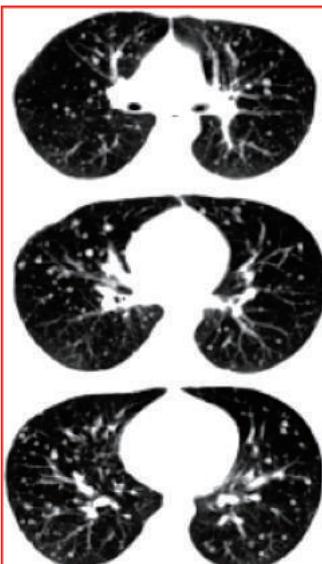
アイソトープ内用療法を用いる頻度の高い甲状腺がんを例に見てみましょう。右図は肺のCT写真です。治療前の写真には数多くの白い小さな円が水玉模様のように見えていますが、これらはすべて甲状腺がんの肺転移巣です。この腫瘍を手術で切除することは、肺を全摘出することを意味し、手術は不可能です。

そこで、核医学治療薬である、放射性ヨウ素を経口投与します。放射性ヨウ素は腫瘍部分に集ま

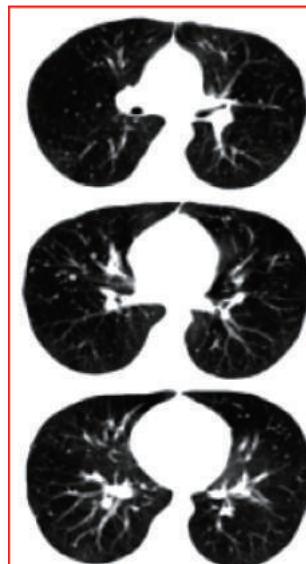
り、その場で出る放射線によりがん細胞を破壊します。治療3ヶ月後のCT写真を見ると、水玉模様がほとんどなくなっており、病巣が減少したことがわかります。治療の間、患者さんに抗がん剤で発症するような不快な自覚症状はありません。

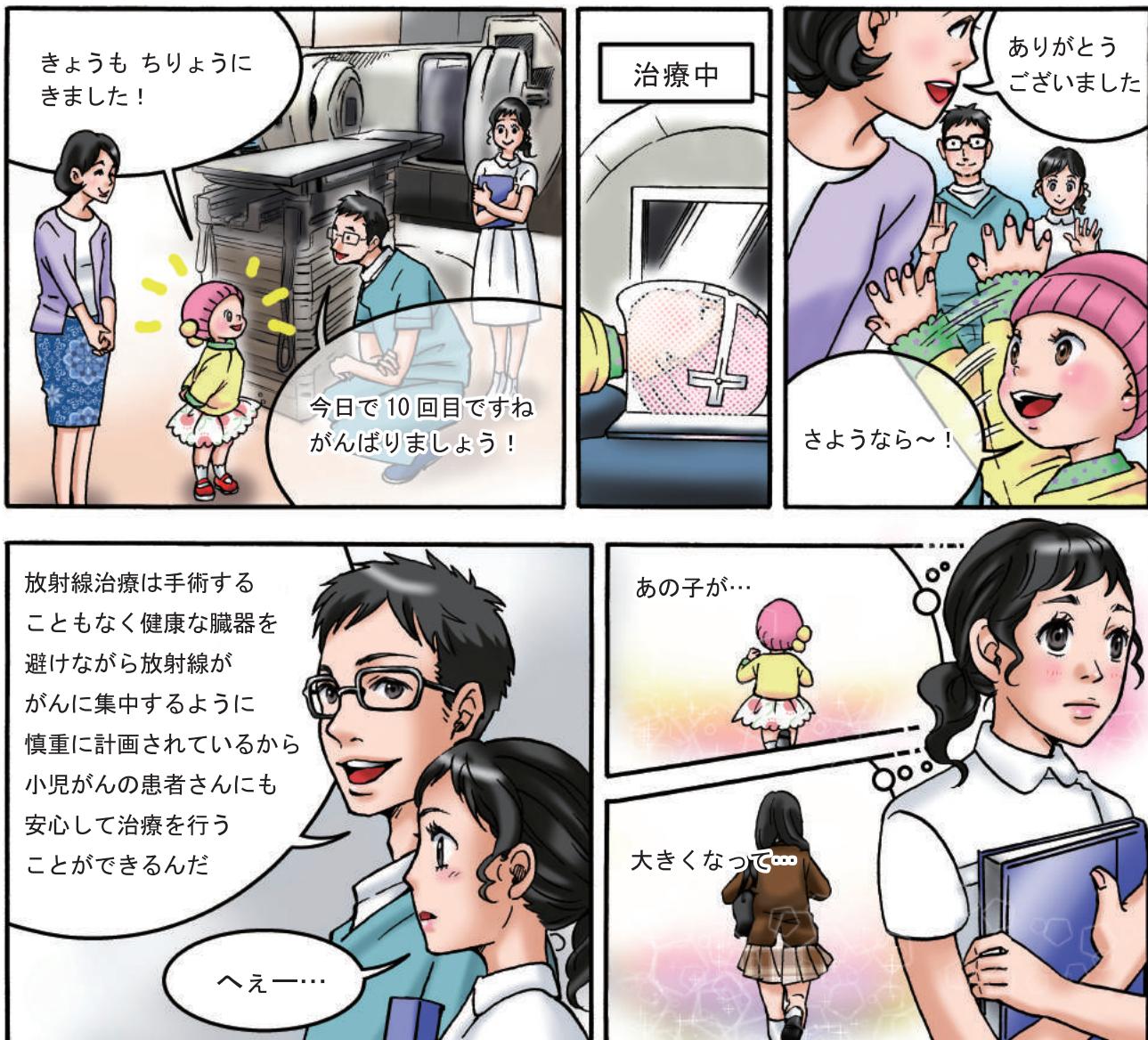
#### 放射性ヨウ素を用いた甲状腺がん肺転移治療

##### 治療前



##### 治療3ヶ月後





## 内照射療法における看護師の役割



現在の内照射療法の多くは外来で行うことができます。甲状腺の治療では恶心、喉頭浮腫による呼吸困難が発症する可能性がありますが、その他の場合は特に副作用を心配する必要はありません。

このため、看護師の一番の役割は、患者さんの帰宅後、放射性物質を含む体液などが家の中に付着して、ご家族の方が不要な放射線被ばくをしないための生活指導です。具体的には、放射性ヨウ素の治療を受けた後は、トイレの水を2回流す、お風呂は最後に入るようにするといった内容です。製薬メーカーがわかりやすい資料を作成していますので、参考にしてください。

( <http://harecoco.net/> )

大量の放射性医薬品を投与しなければならない患者さんは、治療後、数日間専用の病室に入院し

ます。この理由は、そのまま一般病室へ戻ったり、自宅へ帰ったりすると、患者さんから出る放射線により、周りの人々の被ばくが増える可能性があるためです。一般の人々の被ばくが増えないための医療安全上のルールを定めています。

日本ではこの病室を持つ医療機関はわずかです。看護という点では他の病室と同じですが、看護師が無駄な被ばくをしないように事前にきちんと教育訓練を受けてください。また、退院後の指導は外来治療の場合に準じて行います。

## ● 密封小線源療法（シード治療）

小さなカプセルに封入した放射性物質（シードと呼ぶ）を患者さんの腫瘍部位に直接刺入する治療方法です。

外照射療法で生じる、腫瘍周囲の健常組織の被ばくをできるだけ低減し、確実に腫瘍を治療する目的で考案されました。

現在は舌がん、外陰部、前立腺がんの治療の選択肢として確立しています。特に近年患者数が増加した前立腺がんでは、数年前に日本人の有名タレントがマラソンとヨットで世界一周を試みている途中に、アメリカで小線源療法を受けて、無事当初の目的を完行したことはマスコミでも話題になりました。このため日本での認知度も上がっていきます（日本国内はI-125を主に使用）。

治療期間が2～3日と短く、合併症が軽く、治療成績も良い治療方法です。

### 密封小線源治療（シード治療）における看護師の役割



シードの挿入は泌尿器科か放射線治療科で行います。舌や外陰部は直接ヘアピンのような形状の針を主要部に刺入します。針の穿刺時は放射線源を入れずに行うため看護師の被ばくはありません。

IVRと同様に患者さんの状態を確認し、できるだけ安全で苦痛がないように手技を介助します。

治療後は内照射療法の場合と同様に特別な病室で看護にあたります。

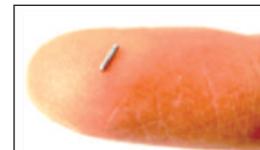
治療終了時には、予測される治療後1年以内の早期合併症と、数年を経てからの合併症について患者さんが忘れないように説明してください。

8割程度の人が、頻尿や血尿などの症状を訴えることがわかっています。頻度は低いのですが、1年以上を経て、あらためて排尿痛が出る場合がありますが、多くは自然に回復しています。

治療計画作成には、放射線治療医と診療放射線技師が協力して行いますが、通常、泌尿器科の医師が専用の装置を用いて、前立腺内にできるだけ均等になるようシードを多数挿入します。

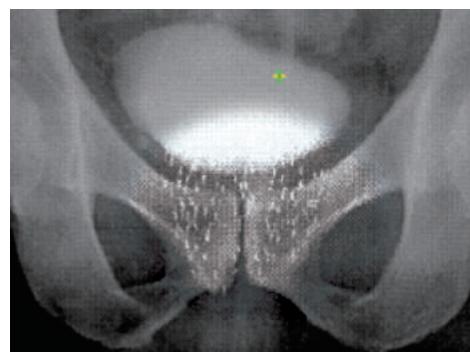
### 密封小線源治療（シード治療）

前立腺がん  
舌がんなど



前立腺治療用のシード（大きさを認識するためにシードと同じ形状のものを指に乗せている）実際にこれを複数個挿入する

前立腺がんの治療目的で放射線源が挿入された患者さん



小さな細長い影が前立腺に挿入された線源

### POINT!

患者さんが内照射療法や小線源治療を安全かつ安楽に受けるために配慮する事項

知る

- 治療の概略
- 前処置、副作用低減方法
- 特別な法令

治療の質

- 副作用対応
- 患者さん不安対応、治療後の患者さん指導

安全

- 放射線による汚染防止
- 不随意運動、疼痛

# 3 放射線診療における医療安全



## 医療安全

医療安全は、医療を支える根本です。健康になるために医療機関を受診する患者さんの“期待”を裏切らないように、私たちは安全で質の高い医療を提供しなければなりません。

なお、本章では患者さんを対象とした安全について説明しています。医療従事者の安全については第5章：放射線診療従事者の放射線安全管理を参照してください。

## 代表的な放射線の医療事故

2007年に医療法が改正され、医療安全という用語が法令に明確に記載されるようになりました。病院での定期的な教育研修の義務化もこの法令改正によります。このような改正のきっかけが、表に示す放射線治療に相次いだ医療事故報告です。

放射線治療はがん細胞を死滅させるだけの大線量の照射です。誤った部位への照射や過剰線量の照射は患者さんの生命にかかわり、不十分な照射は治療効果の低下につながります。これらは患者さんの生命予後に影響を与えます。

ところが、表に示した事故の多くは入力ミスというノンテクニカルエラーです。また2003年に276名もの患者さんが対象となった線量評価ミス

は、その後の事故調査で診療放射線技師と医師のコミュニケーション不足が主原因だったと判明しています。職場の安全文化が醸成していれば、いずれも回避可能なミスです。この中には放射線治療を中止した施設もあり、地域医療のサービス低下を招く残念な結果となりました。

また、最近のCT装置の性能は以前とは比較にならないほどの放射線を出すことができます。このことを理解して操作しないと、検査でも脱毛のしきい線量を超える放射線を照射してしまう場合があります。

### 放射線治療に係わる医療事故

年	事故内容		患者影響
2001	くさび係数の入力ミス	過剰照射	対象患者 23名
2002	くさび係数の入力ミス	過剰照射	対象患者 13名
2003	投与線量基準点の線量評価ミス	過剰照射	対象患者 276名
2004	照射野係数の入力ミス	過小照射	対象患者 32名
2004	治療計画装置の操作ミス	過剰照射	対象患者 25名
2004	治療計画装置の投与線量入力ミス	過剰照射	対象患者 1名
2004	くさびビームの深部線量特性入力ミス	過剰照射	対象患者 111名

さらに、最近の事例として、2011年に発覚した放射性医薬品の過剰投与事例があります。これは小児の核医学検査で、1999年から12年間にわたり、8名の診療放射線技師が推奨投与量を大きく超過した放射性医薬品を準備し、8名の医師と3名の看護師がそれらの放射線量を確認しないまま84名の患者に投与し、検査を行っていたという事例です。

グラフはその一例ですが、いかにずさんな投与量の調整であったかがわかります。核医学の放射性医薬品は薬剤師による調整が推奨されていますが、核医学学会が実施する薬剤調整の講習会を受講した診療放射線技師も行って良いことになっています。医学的に明らかに誤った調整を続けた診療放射線技師の行動が一番の原因ですが、事故調査委員会は医師や看護師らにも不作為の過失があると判断しました。

これは診療放射線技師が用意した薬剤を、投与前の基本である、正しい薬剤が正しい量用意されているかを、一度も確認せずに投与を続けたためです。

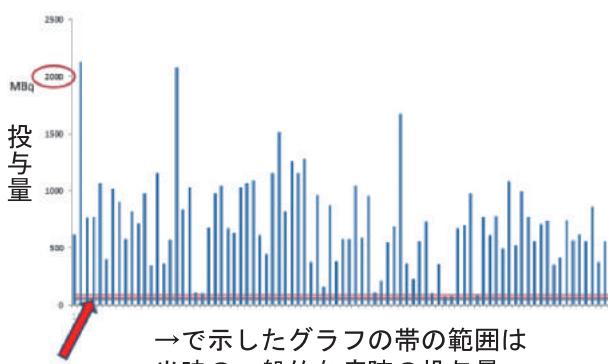
この事件は幸い被害にあった患者さんに死亡や障害の発生は認められていません。しかし、将来

の発がんリスク増加への不安と、信頼していた地域の中核病院への不信から、患者さん家族が被害者の会を結成するまでに発展してしまいました。

また、結果に耐えられなくなった診療放射線技師1名の自殺、スタッフの精神疾患発症という不幸な結末を招きました。

この事故のもうひとつの教訓は、無駄な放射線被ばくが患者さんや社会に与えるインパクトの大きさを、医療従事者は十分理解して安全に努めなければならないということです。

腎シンチでの患者さんごとの投与量（0～5歳）



出典：市立甲府病院のRI検査問題に関する事故報告書

### 医療安全のための看護師の役割



基本は他の診療科と同じです。検査や治療の環境を整え、感染症対策や緊急時対策にも配慮します。

また、医師や診療放射線技師といった他職種とのチーム医療が基本の診療科ですが、職種が増えれば増えるほど、医療事故が発生する危険性も増えます。

これは職種間の連携不足や、互いのプロ意識に踏み込むことへの遠慮や、誰かがするだろうとの思い込みなどが主な原因です。放射線の医療事故のほとんどがノンテクニカルエラーです。2001年度に日本放射線技術学会が行った、会員1218名、1411事例を対象とした調査結果もこれを裏付ける内容です。

- |                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 1. 患者さんを間違えた                      | 52.9% |
| 2. 装置の器具や補助具が患者さんの上に落下            | 11.2% |
| 3. ペースメーカー装着などMRの撮影が危険な患者さんへの検査実施 | 8.5%  |
| 4. 患者さんが検査台から落下し負傷                | 8.4%  |
| 5. 妊婦さんと十分確認しないで行った下腹部の検査         | 8.0%  |
| 6. 患者さんと大型装置の接触・衝突事故              | 5.0%  |
| 7. ポータブル撮影装置と患者さんとの接触事故           | 3.7%  |
| 8. 透視時の圧迫などによる圧迫損傷                | 2.3%  |

患者さんの検査や治療の目的部位に意識が集中しがちな医師や診療放射線技師に対して、患者さ

ん自身を見ている看護師がノンテクニカルエラー防止の要にならなければなりません。



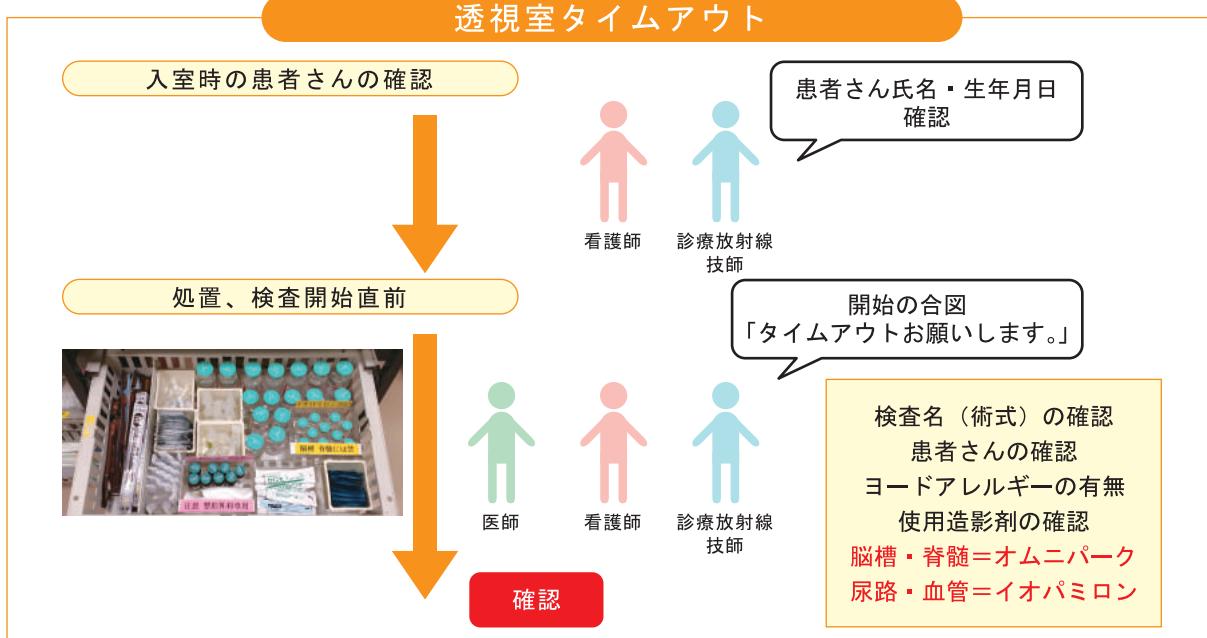
## 放射線治療における看護師の役割

- 患者さんと医師・診療放射線技師との橋渡し役になる。  
(チーム医療の推進、ノンテクニカルエラーの防止の要)
- 患者さんが、最良の状態で（不安を取り除くことも含めて）検査や治療を受けられる環境や設備を提供する。
- 合併症を起こすことなく、検査・治療が安全に終了できるようにする。
- 緊急時の体制を整え、適切な対応を行う。
- 感染症対策など通常の医療安全の要となる。

放射線診療での患者さんの取り間違えは、医学的に意味のない被ばくをさせることになります。  
2011 年の核医学事故の教訓が示すように、他の損

傷事故と同じ、またはそれ以上のインシデントといえます。

## 透視室タイムアウト

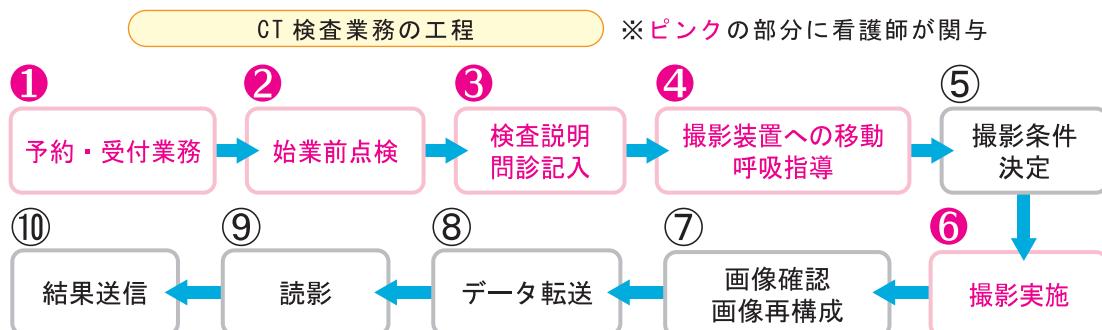


## 具体的な安全管理の手法



第1章：放射線検査の概略 と 第2章：放射線を利用した治療 に看護師の役割を簡単に記載しましたが、具体的には業務フローから考える必要があ

ります。  
ここでは、CT 検査を例にして考えてみましょう。  
CT 検査は図に示す 10 の工程に細分化できます。



次ページに看護師が関与する工程を説明しています。

## ① 予約・受付業務

絶食などの検査前の注意や説明を行います。電子カルテの普及で、依頼科で説明する場合が多くなりましたが、患者さんに渡す検査の注意事項や同意書の作成に閲与してください。

基本的な事項として、絶食や飲水に関する注意、植え込み型ペースメーカーとICDの確認、必要な立ち合いスタッフの手配、妊娠の有無の確認、授乳中の確認（基本的に授乳制限はありませんが、患者さんが混乱しないように伝える）、検査費用はあらかじめ伝える必要があります。

また、造影検査を行う場合には、リスク因子の確認と予測される副作用の発生率や、不測の事態への対応方法（救急医との連携が取れているなど）の説明を含んでおきましょう。

検査予約の内容を患者さんごとに確認し、他の検査と重複していないかのチェックも重要です。多くの検査が続いて1日中絶食になってしまい、CTの造影検査の副作用防止のために十分な飲水の必要な患者さんが、腹部の超音波検査のために飲水を制限されてしまう、消化管透視検査後のCT検査でバリウムが障害となり、CT検査が行えないなどの問題が生じことがあります。

## ② 始業前点検

診療放射線技師が装置の点検をします。この間、看護師は物品、リネン、医療ガスなどの検査環境を確認します。定期的に緊急カートの確認も必要です。

## ③ 検査説明・問診記入

来院した患者さんに対して、再度検査の流れを説明し、当日の問診チェックをします。

### 植え込み型ペースメーカーとICD



CTの撮影時にこれらの医療機器を挿入した患者さんの胸部を撮影すると、機器が誤作動を起こすことがわかっています。機種は次頁の図に示すように限定されていますので、患者さんが持っている手帳を確認してください。

## ④ 撮影装置への移動、呼吸指導

検査台からの転倒やチューブの巻き込みがないように注意しながら患者さんを移動させ、撮影に適した体位を取らせます。

この時、診療放射線技師が呼吸停止の方法を指導します。この方法を間違えると、呼吸停止の度に呼気状態が異なり、臓器の呼吸変動がその都度ずれて、適切な撮影範囲とならない危険性があります。

## ⑥ 撮影実施

患者さんの状態を見守り、急変に対応できる状態を保ちます。検査終了後は、安全に検査台から移動させます。なお、下記の「安全なCT検査に必要な患者さん情報チェックリスト」の利用もリスク低減に有効です。

### 安全なCT検査に必要な患者さん情報チェックリスト !

- 身長、体重等の患者さん基本情報
- 絶食、飲食の指示遵守
- 感染症の有無
- 造影剤アレルギー歴
- 腎機能（eGFR）
- ペースメーカー・ICD等
- 服用薬剤・糖尿病薬や心臓（βブロッカー）
- 妊娠・授乳の有無
- 移動法や介助・看護必要度等

他の検査や治療もこのような工程分けをして、診療放射線技師と共有することで、チーム医療がより安全にコミュニケーション良く進行できます。



<p>● Insync8040 ● 「セラ-i」シリーズ</p> <p>本体撮影 </p> <p><b>立合い要</b> 立合い不可の場合は 本体部分を避けて撮影</p>	<p>● 左記以外のペースメーカー (CRT-Pも同様)</p> <p>本体撮影 </p> <p>通常通り撮影</p>	<p>● ICD ● CRTD</p> <p>本体撮影 </p> <p><b>立合い要</b> 立合い不可の場合は 本体部分を避けて撮影</p>	<p>● DBS (脳深部刺激装置)</p> <p>本体撮影 </p> <p>DBSをOFFに すれば撮影可能 (OFF作業は病棟医師にて)</p>

## ヨード造影剤の安全な使用



ヨード造影剤は CT 検査時と血管造影時に利用します。安全な使用のためには右記の項目に対応してください。

- ① アレルギー
- ② 造影剤腎症の発症防止（腎機能確認）
- ③ 基礎疾患の確認と服薬の確認
- ④ CT 検査時の血管の十分な確保

### ● ① アレルギー

ヨード造影剤は、副作用の発現率が 3%程度と比較的高く、軽度のアレルギー症状が発症します。事前の問診で、花粉症や食物などのアレルギー歴が確認された場合は発生の高リスク群となります。ほとんどは、くしゃみ、悪心、軽度の蕁麻疹で終わりますが、0.04%は重篤な呼吸困難や血圧低下に至ります。ごく稀ですが死亡例も報告されています。アレルギーの初発症状は小さなくしゃみがほとんどです。患者さんを注意深く観察してください。

また、造影剤のアレルギーは細胞性免疫のため、

初回のアレルギー症状が軽度でも二度目には重篤となることが予測されます。同一造影剤の利用は禁忌ですが、同様の製剤が複数販売されており、薬剤を変更して行う場合もあります。

しかし、このように危険性があることを承知で二度目の検査をしなければならない場合には放射線科医師や主治医の慎重な判断が必要です。

検査終了 1 時間後から 1 週間の間に発症する遅発性のアレルギーもあります。帰宅後に変化が生じた場合の連絡先や、その場合の費用は健康保険が適用されることを事前に説明してください。

### ● ● ② 造影剤腎症

ヨード造影剤は腎機能が低下した患者さんに利用すると、さらに腎機能の低下を生じる危険性があります。ガイドライン（“腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン 2012”）では造影剤腎症 (CIN : Contrast Induced Nephritis) を、「ヨード造影剤投与後、72 時間以内に血清ク

レアチニン (SCr) 値が前値より 0.5mg/dL 以上または 25% 以上増加した場合」と定義しています。検査の前には、血清クレアチニン値を利用して、推定糸球身体濾過量 (estimated GFR eGFR) を以下の計算で求めて判断します。

eGFR (mL/min/1.73m<sup>2</sup>)

$$= 194 \times \text{血清クレアチニン}^{-1.094} \times \text{年齢}^{-0.287} \times 0.739 \text{ (女性のみ)}$$

血管造影は腎機能が正常な者 eGFR60 以上、CT 検査は通常 eGFR 45 以上であれば行えます。腎機能不全に当たる 30 未満であれば中止します。

血管造影での eGFR60 未満や CT での eGFR45 未満の場合は生食水、重曹輸液などの輸液製剤を造影

検査前後に経静脈的に投与することが、造影剤腎症の発症リスク低減策として推奨されています。

詳細は施設ごとに取り決めた運用方法を確認して遵守してください。

### ●●●③ 基礎疾患の確認と服薬の確認

重篤な甲状腺疾患のある患者さんにヨード造影剤の使用は禁忌です。

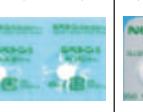
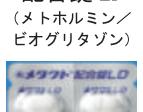
また、経口糖尿病薬を服用している患者さんは、乳酸アシドーシスを起こす危険性があります。検査前の投与中止と検査後 48 時間の休薬が必要です。糖尿病を担当している主治医の意見を確認し、

造影検査を行えるかを確認してください。

なお、該当する製剤については、製薬メーカー や日本医学放射線学会などがパンフレットを作成しています。これらを待合室に掲示するなどして、患者さんからの申告漏れ防止に役立ててください。

#### 造影 CT 前後 48 時間は服用を中止する薬剤

ヨード造影剤を用いて検査を行う患者さんにおいては、本剤の併用により乳酸アシドーシスを起こすことがあるので、検査前は本剤の投与を一時的に中止する。ヨード造影剤投与後 48 時間は本剤の投与を再開しないこと。

商品名 (成分名)	メトグルコ 錠 250mg (メトホルミン)	グリコラン 錠 250mg (メトホルミン)	ジベトス錠 50mg (ブホルミン)	ジベトン S 腸溶錠 50mg (ブホルミン)	ネルビス錠 250mg (メトホルミン)
剤型写真					
メタクト 配合錠 HD (メトホルミン/ ビオグリタツン)	メタクト 配合錠 LD (メトホルミン/ ビオグリタツン)	メデット錠 250mg (メトホルミン)	メトホルミン塩酸塩錠 250mg 「JG」／「トーワ」 (メトホルミン)	メトリアン錠 250 (メトホルミン)	
			 		

### ●●●●④ CT 検査時の血管確保

造影剤は 100 ミリリットル程度の容量を毎秒 3 ~ 4 ミリリットルの速度で自動注入器を用いて肘静脈から投与することがほとんどです。血管確保が不十分で血管外漏出が起こり、患者さんが疼痛を訴えた時にはす

でに全量近くが注入されていることがあります。十分に留置できているか不安のある場合は自動注入器を利用しないこと。自動注入器の圧モニターを確認し、万一の異常を検知した時には迅速に対応します。

#### CT 検査の今後の課題一看護師も参加した被ばく管理

##### ●① 前医の検査内容の確認

CT 検査は多くの病院で行っています。紹介患者さんの場合、すでに前医で複数回の検査を受けている場合があります。このような時は、主治医に前医の CT 検査で情報が得られなかった理由を確認し、患者さんに追加検査の目的を説明します。患者さんの中には後になって無駄な追加検査ではな

かったか？ と疑問を持たれる場合がありますので、不必要的不安を持たせないための配慮が必要です。なお、このような説明を検査当日に看護師が行うのは難しい場合が多く、病院全体で、その施設に合った対応策を考えてください。

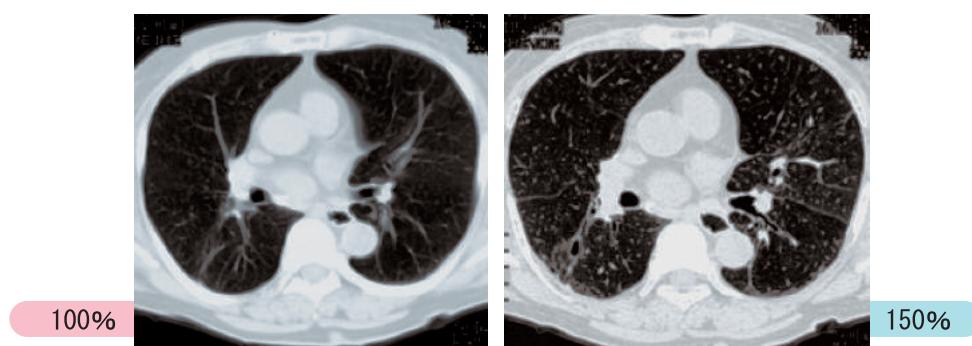
## ●●② 適切な検査依頼

CT 検査は全身の撮影が 1 分以内に終了する場合も多くなりました。このため、より多くの情報を得たいと考える医師の中には、安易に全身 CT や、骨盤部までを含めた腹部 CT など、撮影範囲を広めに依頼する場合も少なくありません。範囲を限定すること、依頼目的を明確にすることが不要な被ばく低減に直結します。診療放射線技師は撮影の依頼内容が不明瞭な場合には、画像再構成などが可能なように、より鮮明な画像で撮影をしてしまいます。看護師が事前に、納得のいく依頼内容かを確認することによって、適切な線量管理に貢献できます。また、治療効果をできるだけ詳細に得ようと、毎月のように CT 検査を依頼する場合もあります。これも研究目的でないかなどの確認が必要です。

検査の中では CT が最も放射線を使用します。本当に必要不可欠な検査に限定する適正化が求められる時期にきています。日本国民の一人当たりの年間平均被ばく量は、自然界からの回避できない被ばくが約 2.2 ミリシーベルトに対して、医療被ばくは 3.8 ミリシーベルトです。人工的な被ばくが自然界からの被ばくの 2 倍近いことを認識してください。有害物質といわれる物は、可能な限り減らすという倫理の原則を守る必要があります。

表に示すように、CT 検査は検査目的部位以外の臓器も被ばくします。特に頭部の検査では目の水晶体、胸部の検査では女性の乳腺といった放射線の影響を受けやすい臓器のほうが、検査目的の臓器より放射線を多く吸収していることを知っておいてください。

検査目的が明確であれば撮影条件は変更可能  
薄切りで鮮明な画像ほど放射線量が必要



胸部 CT で同一部位への放射線量が異なると画質も異なるが、右は左の 1.5 倍の線量が必要となる。COPD など詳細な肺の状態を見る必要がある場合は右の画像が必要だが、肺がん健診などスクリーニング目的の場合は左の画像で充分。

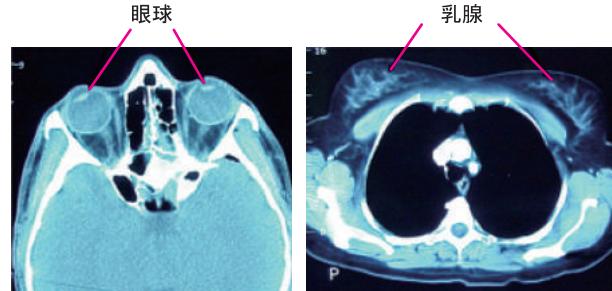
このような勉強の機会は、看護師や医療安全部が呼びかけて病院全体で行う必要があります。看護師から医師への問い合わせがしづらい、研修医から上級医師への確認が不十分といった風通しの悪い病院風土も、医療不安全が発生しやすい環境です。病院職員全員が放射線に関して注意を払い、意見交換できる風通しの良い環境整備も大切です。

### CT 検査の放射線量

検査	臓器の線量 mGy (ミリグレイ)					
部位	目	甲状腺	乳腺	子宮	卵巣	精巣
頭部	50	1.9	0.03	—	—	—
頸部	0.6	44	0.09	—	—	—
胸部	0.1	2.3	21	0.06	0.08	0.7
腹部	—	0.05	0.72	8.0	8.0	0.7

ICRP 2001

検査目的ではない臓器も放射線を照射されている



ICRP Pub187



MR 検査は強力な電磁石を備えた装置の中に患者さんが入り、電磁波を当てて検査をします。

- ① 強い電磁石に対する対策
- ② ガドリニウム (Gd) 造影剤

という MR 検査造影剤の中でも利用頻度の高い造影剤による腎性全身性線維症 (NSF) 防止策が不可欠です。

### ● ① 電磁石対策

MR の電磁石は非常に強力で、誤って酸素ボンベや車いすを搬入すると、装置に向かって急速に吸引されてしまいます。これは数億円する装置の利用中止や故障を招くだけでなく、飛来した物品による患者さんの死亡事故が起こります。

また、体内に埋め込まれた様々な強磁性体がはずれたり、作動停止するなどの障害を防止しなけ

この他、患者さんが大量に汗をかいてしまうと、撮影に利用する電磁波が原因で患者さんの体の表面に電流が流れ、やけどになることがあります。この防止策として、室温を高くしないこと、糖尿病など多汗になりやすい患者さんにはタオルなどを効果的に利用して、腕と体幹の皮膚が直接接触しないようにするなどの対策を構じます。

ればなりませんが、これらの金属物質については MR 対応可能の物が増えています。

近年、MR 検査を希望する患者さんが増えており、空きが少ない施設が多いです。しかし、安全第一を優先し、確認が不十分な場合には検査を行わない方針で臨むことが大切です。

### ■ 患者さんの体内金属の確認

#### ● ペースメーカーと人工内耳

最近、MR 対応型のペースメーカーと人工内耳が開発されました。流通しているほとんどの機器は、まだ MR には対応していません。

#### ● 脳動脈瘤クリップ

MR に対応した物が増えています。かなり以前に行った手術の場合は、特に慎重に適応を確認してください。

#### ● 体内インプラント

マグネットタイプの義歯、義眼、ステントグラフトなど、さまざまな物があります。マグネットタイプの物は磁性体部分が取り外し可能となっている場合が多く、ステントグラフトも、治療直後でなければ組織との密着が強くなり、安全に行える場合がほとんどです。しかし、歯科インプラントや整形外科の術後金属などの大きな磁性体は画像に影響し、正確な診断ができない場合があります。

#### ● 刺青

最近流行りのタトゥーは彫りも浅く、使用的する染料も非金属ですが、日本の伝統的な多色彩の刺青の場合、彫りが深く、染料に重金属が使用されています。この部分が撮影範囲に含まれると、検査で用いる電磁波の影響で（周波数帯は電子レンジとほぼ同じ）軽いやけどのような症状を起こすことがあります。事前に患者さんに伝え、慎重に撮影をします。

#### ● 濃い化粧

ラメの強い物や、外国製の濃い青色のアイシャドーなどは金属を含んでいる物があります。刺青同様、やけど症状の危険があるため、事前にこのような化粧は落としてもらいます。外来患者さんなどには検査前に伝え、帰宅時に不都合を感じないよう、不快な思いをさせない配慮が必要です。



## ■ 患者さんや医療従事者の装着金属

### ● 金属スプリングを利用した物品

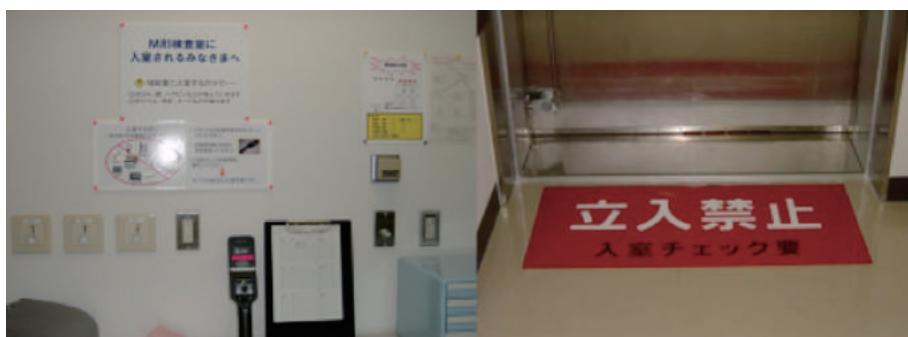
患者さんのドレナージパックや気管切開部には金属スプリングが装着されている場合があります。

また、心疾患などの患者さんの貼布薬はアルミニウム箔に薬剤が塗布された物があり、外す必要があります。寒い時期はホットパックなどの湿布への注意も欠かせません。

直接の危害はありませんが、磁性体のIDカードの磁力が失われることも多く、時計も誤作動するなどの理由から、必ず外してもら

いましょう。これはスタッフも同様です。検査室に入るスタッフの聴診器やボールペン（小さなコイルが飛来物品となる）、患者さんのヘアピン、義歯、装飾品など金属製品はすべて危険で、事故につながります。白衣は脱ぐ、ポケットのない専用の検査着に着替えるなどの規則に従ってください。

### !! MR検査で金属は凶器です。



- ① MR検査に携わるスタッフは、決して磁性体などの医療器具（ストレッチャー、車椅子、点滴棒、酸素ボンベ）を持ち込まない。
- ② MR検査室に入るスタッフは、身に付けている物に気をつける。入室の際には各自が金属探知機にて事前チェックを行う。

資料提供：京都大学医学部附属病院（元 福井大学附属病院） 東村享治氏

## 安全なMR検査のために

### ● 検査ができない人

- ・心臓ペースメーカー
- ・素材のわからない動脈瘤クリップ
- ・人工関節
- ・目などの重要臓器付近にある未確認金属
- ・戦争時の弾丸
- ・製鉄関連の職業歴で、鉄片等が体内にある
- ・人工内耳
- ・内視鏡クリップ

### ● 十分な注意を要する人

- ・閉所恐怖症
- ・造影剤等のアレルギー歴

### ● 身に付けている物で、外せる物は外す

- |                          |             |
|--------------------------|-------------|
| ・時計                      | ・カラーコンタクト   |
| ・携帯電話                    | ・コルセット      |
| ・キャッシュカード                | ・金属付きの下着    |
| ・プリペイドカード                | ・湿布         |
| ・鍵                       | ・エレキバン      |
| ・ヘアピン                    | ・ホッカイロ      |
| ・ネックレス                   | ・刺青         |
| ・イヤリング                   | ・アイライナー     |
| ・指輪                      | ・ラメ入りの化粧    |
| ・義歯                      | ・貼布薬（心臓、禁煙） |
| ・医療機器（シリンジポンプ、心電図モニターなど） |             |

## ●●② ガドリニウム造影剤による腎性全身性線維症（NSF）の防止

腎性全身性線維症はガドリニウム造影剤投与後、数日～数ヶ月後に発症します。まれですが数年後に発症する超遅発性副作用も報告されています。四肢の皮膚発赤、腫脹、疼痛、四肢関節の拘縮をきたし、寝たきりの状態にまで進行する場合もあります。腎機能障害のある患者さんの場合は、1回

のみの通常投与量の使用でも発症します。このように非常に危険な疾患ですが、腎機能障害がなければ発症はありません。

腎機能障害患者さんへのガドリニウム造影剤使用の決定は、有効糸球体ろ過量 eGFR (ml/min/1.73m<sup>2</sup>) を用いて判断します。

- ① 通常使用 eGFR 60 以上
- ② 環状型キレート構造のガドリニウム造影剤を必要最少量使用 eGFR 30–59
- ③ 使用すべきではない eGFR 30 未満 および透析患者

## 造影 CT と造影 MR の違い

	造影 CT 検査	造影 MR 検査
代表的な造影剤種類	ヨード造影剤	ガドリニウム造影剤
主な副作用	発疹、蕁麻疹、嘔気等	
重大な副作用	ショック、アナフィラキシー様症状 腎不全	
相互作用注意	ビグアナイド系糖尿病用剤	記載なし
検査前後の輸液の適応	○有効 腎不全予防のため 30ml / 分 ≤ eGFR ≤ 45ml / 分 生理食塩液または 炭酸水素ナトリウムの 点滴が推奨される	× 無効 腎otoxic性はあるが使用量が ヨード造影剤に比べ少ない 点滴をしても NSF 予防にはならない
禁忌	eGFR ≤ 30ml / 分 原則禁忌	

出典：京都大学病院医療安全室

点滴の必要性については  
医師が判断します。  
腎機能に応じた適切な指示か  
確認してください。



## 1 ■ 核医学診療の安全

核医学検査で用いる放射性医薬品の投与量は少なく、投与薬剤による副作用の危険性はありません。しかし、生理機能を確認する目的で利用する

負荷薬や運動負荷は危険な状態を誘発するため、慎重な管理のもとに行い、急変時に対応する準備を整える必要があります。

### ● 心筋血流シンチグラフィ

運動負荷の場合、モニタリングしている心電図のSTが1ミリメートル低下した時が負荷完了のタイミングです。狭心症の既往や疑いのある患者さんが対象ですから、負荷により狭心症が発症する可能性があり、急変に対応する必要があります。

また、負荷のあととの安静時を撮影するまでの待機時間中に狭心症発症の可能性もあり、危険性が高いと判断した時には、急変時に対応可能な場所で待機してもらうなどの方策が必要です。

薬剤負荷の製剤であるアデノシンは血中半減期が短く安全な薬剤です。しかし、不完全房室ブロックが高度な場合には、負荷により完全房室ブロックへの移行の危険性があります。当日、負荷前の心電図を検査担当医が必ず確認するようにしてください。

### ● 脳血流シンチグラフィ

アセタゾラミドを用いた負荷試験は、重症な患者さんに施行すると重篤な副作用による死亡が確認されています。通常は問題ありませんが、日本核医学会からのアセタゾラミド適正使用指針に基づいた（2015年）運用ができるように、新体制を整える必要があります。

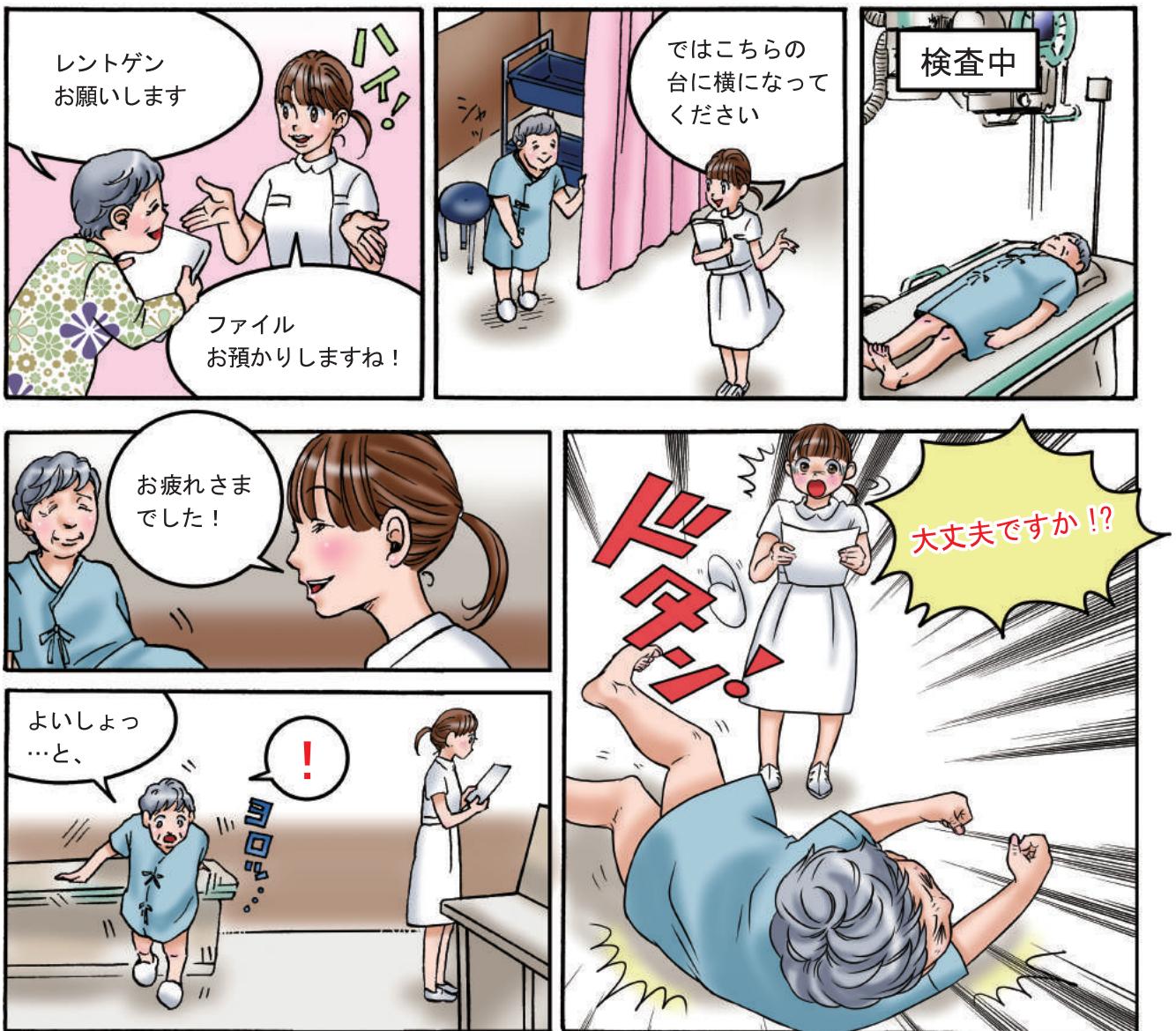
放射性医薬品の投与量の調整も、特に小児の場合は、ガイドラインの推奨投与量に従って厳密に調整しているかの確認をしてから投与するようしてください。検査の種類が多く、さらに検査ごとに複数の薬剤があります。そして、用いる薬剤

ごとに前処置や拮抗する薬剤などの注意事項が異なります。薬剤に関する手順書を作成し、これを遵守できる体制を構築していることが大切です。

### ● 核医学検査室での履物管理

核医学検査室に入る時、以前は履物を替えてもらう必要がありました。しかし、現在は汚染防止専用のポリエチレンろ紙などを適切に利用すれば、患者さんが履物を替えなくてもよいことになりました。これは、高齢の患者さんが増え、履き替えることで転倒のリスクが増えるため、学会が指針を

出して安全基準を提示したことによります。ただし、病院スタッフは専用のスリッパなどに履き替えることが義務付けられています。間違えないようにしてください。



## 2 ■ IVR の安全（皮膚障害の防止）

IVR は透視装置を使って行います。またほとんどの場合でヨード造影剤を利用します。IVR では前項で述べたヨード造影剤への対策に加えて、放射線による“皮膚障害”を回避しなければなりません。

IVR により画期的に疾病の治療成績が向上したことは事実です。しかし、以下の問題点があります。

- 放射線が当たった部分の皮膚に障害が起こる場合がある
- 消化器内視鏡、整形外科など放射線利用に関する十分な研修を受ける機会に恵まれなかつた放射線科以外の医師も多く従事する

透視装置は皮膚表面から放射線を当てるため、照射範囲の皮膚の線量が最も高くなります。IVR による放射線の皮膚の損傷は、治療の副反応とも言えますが、国際的には回避可能な事故ととらえ

る場合が多く、“皮膚傷害”と使いわけられてしまうこともある重篤な損傷です。この理由はなぜでしょうか？ 細胞分裂が盛んな細胞ほど放射線の影響を大きく受けます。皮膚の構造を思い出してください。表皮は最下層の基底膜細胞が分裂し、その後、約 2 週間で角質層に達し、さらに 2 週間で剥離するというサイクルに沿っています。放射線の損傷を最も受けやすい細胞である基底膜細胞が完全に損傷を受けると、皮膚は再生されません。つまり、皮膚潰瘍になってしまふと移植しか治療法がないということです。また、皮膚の損傷は、治療直後には現れず、影響を受けた異常な基底膜細胞層が表面に達する 1～2 週間後に発症することも忘れてはなりません。

また、いったん発症すると慢性的な皮膚障害となり患者さんの生活の質が低下します。

## 皮膚障害



透視装置を用いた場合の皮膚のしきい線量は表に示すとおりです。

皮膚障害が起こるしきい線量と発現までの時間

	しきい線量	発現までの時間
一過性の初期紅斑	2 Gy	数時間
一過性脱毛	3 Gy	3週間
紅斑	6 Gy	10日
乾性落屑	14 Gy	4週間
湿性落屑	18 Gy	4週間
皮膚壊死	18 Gy	10週以上
潰瘍	20 Gy	6週以上

Gy (グレイ)

患者さんの皮膚線量は、あらかじめ各施設で簡単な線量計測を行っていれば、透視時間をもとに推計が可能です。皮膚線量の近似値を示す機能が付いた装置もあります。

ガイドラインでは、患者さんの皮膚障害発症のリスクを低減するために、線量ごとの対応方法を決めています。

### 患者さんの皮膚線量と対応

レベル	1 Gy 未満	特別な対応は不要
0	1 Gy 以上 3 Gy 未満	被ばく線量と部位を診療録などに記載する
1	3 Gy 以上 5 Gy 未満	一過性の脱毛、発赤の可能性を説明する
2	5 Gy 以上	脱毛、発赤、びらんなどの可能性を説明する

Gy (グレイ)

### IVR に伴う放射線皮膚障害症例写真



表、写真画像とともに 出典：「IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン Q&A と解説」医療放射線防護連絡協議会

具体的には、以下の項目を確実に伝えてください。特に、皮膚生検が引き金となって回復不可能な潰瘍を発症する危険性について十分に伝えてください。

- 副作用として皮膚障害の可能性があること
- 治療終了 1 週間後に背中の皮膚を確認すること
- 皮膚の状態は必ず治療をした医師に尋ねること  
皮膚生検は受けない
- 透視による治療を受けたことを忘れないように記録しておく

また、仮に危険な線量でなくても全患者さんへ

- 背中など障害が予測される皮膚への機械的刺激の制限（放射線治療と同じ）
- 特に IVR 後に副作用の疑いがある場合には、まず施行医を受診すること

を伝えます。

皮膚障害の発生のハイリスクグループは、糖尿病、膠原病、抗がん剤の使用歴、過去のIVR治療歴などです。これらの患者さんには、ハイリスクであることを伝えて、より厳格な指導を行ってください。

さらに、頻度の高い心臓のIVRでは、皮膚の損傷は右の背中に発生することを患者さんに伝えておきます。なぜでしょうか？人間の体は橢円形です。斜位撮影のために右斜め後ろから透視する方が、放射線が受像面に達するまでの距離は長くなります。このため、右背部からの方が多くの放射線が必要となるためです。

### IVRの皮膚障害を回避するために

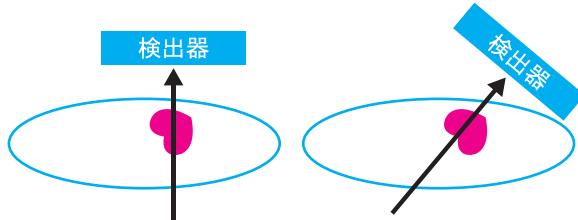


IVRの皮膚障害を国際的に“傷害”と呼ぶ理由は、回避可能ないいくつかの方策が存在するためです。

#### ① 透視時間の短縮に心がけること

1時間以内の透視時間を目標にすれば、まず重篤な皮膚障害は起こりません。注意係を選定し、危険な線量に近づいたら、一旦そこで撤退を含めて考える勇気が必要です。トレーニングを受けていない医師は不用意な透視をしがちです。施設内で手技ごとの透視時間を分類し、透視時間が長い医師には個別指導をするなど教育を充実する必要があります。また、誰もが不要な透視を見かけたら「透視を切って」「透視出てる」

心臓 IVR の皮膚障害は右側



右背部から心臓までの距離が長い＝多くの線量が必要

と言える雰囲気作りも大切です。

以前、患者さんが疲れて腕を下したことに誰も気づかず、下した腕の真横に管球を近接し続けたため、筋肉まで損傷する放射線壊死の重大事故が発生しました。看護師も透視や撮影時の画像や、患者さんの手の位置がおかしくないかを定期的に確認してください。

#### ② 同じ治療が2回目以降かを確認する

透視時に同じ部分の皮膚が被ばくすると、損傷が発生しやすくなります。繰り返し治療する場合には、できるだけ短時間になるように配慮したり、異なる角度で照射しながら治療することになります。術者には

より一層の技量が求められるため、ベテランのIVR医師を配置するなどの配慮が必要です。

このような配慮をしても皮膚線量が3グレイを超えた恐れがある時は、インシデントを提出して報告します。その後は医療安全管理室と情報を共有化し、協力が得られるようにしておくことも大切です。

# 4 放射線の生物的な影響

この章では、放射線はどういった物なのか、また、その放射線はどんな作用があるのかを学びます。



## 放射線に関する基礎知識

### 放射線の領域で特別に用いる単位

放射線の話をする時に避けて通れないのが、獨特の3種類の単位を用いることです。誰でも知っているセンチメートル(cm)は長さ、グラム(g)は重さですが、放射線はこれらの単位で表現することはできません。例えば、何かの原石が発見されたとしましょう。その石からはどうも放射線が出ているらしいということがわかった場合に問題となるのは、

- ① どのくらい放射線が出ているのか？
- ② 傍にいた人はどのくらいの放射線を浴びたのか？
- ③ 放射線を浴びた人にはどのような影響があるのか？

の3点です。それぞれを数字で表現するために、専用の単位が定められています。

①の石から出ている放射線の強さを放射能といい、ベクレル(Bq)という単位で表します。医療の現場では、放射性医薬品に対して使います。通常は何ミリグラムというところですが、患者さんの体格に合わせて調整する放射性医薬品の場合には、必要な量の放射性物質を含んでいるかが重要になり、「骨シンチグラフィの放射性医薬品〇〇ベクレル」といった表現で、カルテにも記入します。

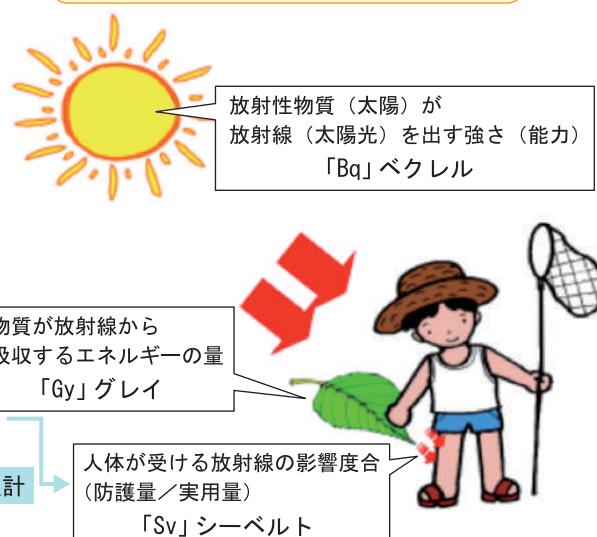
②の放射線を浴びた量を表す単位はグレイ(Gy)を使います。外照射で治療する場合には、事前に医師が治療する範囲を決定し、その悪性腫瘍がどのくらいの放射線を浴びる(受ける)とがん細胞が死滅するかを判断して、「何グレイ照射する」といった指示を出します。

③の放射線を用いる職場で働く人々(放射線診療従事者)が、放射線を浴びたことによって体が受ける影響の度合をシーベルト(Sv)という単位で表します。例えば、「看護師が1ヶ月間働いたことによる被ばくが2ミリシーベルト」というように用います。

実際に放射線を浴びた量をもとにして、放射線の影響を推計します。推計する方法は国際放射線防護委員会(ICRP)という専門家会議がおよそ10年ごとに改訂しています。

あまり難しく考えずに、「Sv」という単位が付いていたら、放射線の影響を加味した値だと思ってください。

#### 放射線・放射能の量を表す単位



出典：松原純子氏より提供

推計方法はICRP(国際放射線防護委員会)がほぼ10年ごとに勧告  
日本はICRPの勧告を国内法令に取り入れることとしている

## 放射線の種類



放射線には大きくふたつの種類があります。光の仲間で波のように伝わる“電磁波”と、小さな粒子が高速で飛ぶ“粒子線”です。電磁波には放射線だけでなく、いろいろな波が含まれています。このうち可視光線よりも波長が短いものが紫外線、さらに短い波長はエックス線とガンマ線です（欧米では紫外線も放射線に含めて定義する場合がある）。エックス線の波長は1億分の1センチメートル、ガンマ線は10億分の1センチメート

ルです。ガンマ線は核医学検査に利用しています。

粒子線にはアルファ線、ベータ線などがあります。ベータ線は核医学治療に利用しています。またアルファ線も今後、核医学治療に使われる予定です。最近のがん治療ではこれよりも重い粒子線を利用して、体の深部の腫瘍を上手に治療する方法が行われています（陽子線治療、重粒子線治療、BNCTなどと呼ばれる方法があります）。

### 身の回りにある放射線

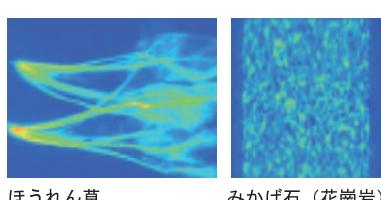
放射線や放射性物質はどこにあるのでしょうか？それは私たちの身の回りに常に存在しています。言い換えれば、私たち人間も放射性物質です。医学部の講義で必ず最初に「みなさん自身も放射線を出していると思いますか？」と聞くと、ほとんどの人がきょとんとします。そんなことを考えても見なかった、ということでしょう。

しかし、大昔、ビッグバンによって宇宙が誕生した時、宇宙にあふれた小さなチリのような粒子が融合と分裂を繰り返し、時間をかけて惑星になっていったとされています。この時の融合や分裂で多くの放射線が放出されました。さらにチリや惑星が集まって地球ができる時に、銅や鉄などの元素やウラン、トリウムという放射線を出す元素も集まりました。地球上の生命は、このような放射線が存在する環境の中で生まれました。現在も私たちは宇宙と大地からの放射線を受ける環境で暮らしています。大地や海から得られる食物には全て放射性物質を含みます。

写真は、実際に植物から放射線が出ていていることを証明した画像です。



エックス線撮影装置の放射線を受ける部分に置いた水仙



植物や食物、石など、身のまわりの物には放射線元素がもとから含まれているのが分かります。

出典：文部科学省発行 小学生のための放射線副読本  
「放射線について考えてみよう」解説編〔教師用〕（平成23年度）

これらを食べる動物や人の体内にも、放射性物質が存在します。食物に含まれる元素の中で代表的な物は、カリウム（K）です。カリウムには一定の割合で、放射線を出すカリウム-40が含まれています。

図に普段私たちが良く口にする食物1キログラム当たりのおおよそのカリウム-40の放射能量を示しました。

食物(1kg)中のカリウム-40の放射性物質の量	
白米	30
食パン	30
魚	100
牛肉	100
牛乳	50
ドライミルク	200
ホウレン草	200
干しいたけ	700
干こんぶ	2000
生わかめ	200
茶葉	600
ポテトチップ	400
清酒	1
ビール	10
ワイン	30

単位：ベクレル/kg

出典：原子力安全協会『生活環境放射線に関する研究』（1983年）

カリウムは細胞の中に必ず存在する元素ですから、体重が重い人ほど体内のカリウム量も多くなり、カリウム-40の量も増えます。この他にも、ポロニウム、ウラン、トリウム、ラジウムという元素も飲食物とともに体内に入ります。人間の体内の放射性物質の量は、体重60キログラムの成人で7000ベクレル程度の放射能を持つといえます。

この他に建材に利用されているセメントや石材には、ウランやトリウムが含まれています。ウランは自然にラドンというガス状の放射性物質に変わります。室内にはコンクリートや石などの建材から発生したラドンガスが含まれており、呼吸のたびに吸い込んでいます。





また、太陽光線には宇宙線と呼ばれる放射線が含まれています。これは高地や上空に行くほど多くなります。長距離の飛行機のフライトでは一度に 0.1 ミリシーベルト程度の被ばくがあります。また、宇宙ステーションでは 1 日 1 ミリシーベルト被ばくすることがわかっています。

地球上で普通に生活していて、大地や宇宙から、

また食物や空気中のラドンガスの吸引などで、1 年間に約 2 ミリシーベルトの被ばくがあります。

人間は常に放射線が存在する空間で生存してきたことを、放射線を扱う医療人の教養として知っておいてください。

## 放射性物質の半減期



放射線には物質を透過する性質があり、これを検査に応用していることは既にみなさんは良く知っています。もうひとつ、放射性物質の特殊な性質を覚えておいてください。

放射性物質は放射線を出す性質があります。しかし、1 回～数回放射線を出すとその性質は消失し、放射性物質ではなくなります。

つまり、放射性物質は時間の経過とともに減っ

てなくなるということです。この減る速度は物質によりさまざまです。この物質からの放射線量が半分に減衰するまでに必要な時間を“半減期”、正確には“物理学的半減期”と呼んでいます。

化石の年代測定に活用するような“炭素-14”は半減期が 5740 年もあります。原発事故で取り上げられた“セシウム-134”は 2 年、“セシウム-137”は 30 年です。核医学検査で用いる放射性

物質の半減期は10数秒から長くても1週間までと特別に短い物を選んで利用しています。

このため放射性医薬品の効果の減少が非常に速いと覚えておいてください。核医学検査室から、定時に患者さんを搬送するよう病棟に連絡が入ると思います。これは患者さんが遅れてしまったら放射性医薬品の効果が減りすぎて検査ができないからです。患者さんには「検査時間に合わせて薬を調整します。遅れると薬の効力が減って検査がで

きなくなるので、必ず定刻より少し早めに検査室へ行ってください」と伝えるようにしてください。

また、体内に取り込まれた放射性物質は、代謝を受けて尿や便として体外へ排泄されます。この代謝により最初に入った放射性物質の量が半分になる速さを、“生物学的半減期”と呼んでいます。これは代謝が活発な子どもの方が速くなります。例えばセシウムという物質であれば、大人で約3ヶ月、乳児では約2週間が生物学的半減期です。

## 放射線の生体への影響



エックス線は1895年にレントゲン博士が発見しました。放射性物質の存在は1896年にベクレル博士（単位のベクレルはここに由来）が発見しています。

放射線は“物を透過する”“フィルムを感光する”“細胞のDNAを損傷する”という、医療行為には好都合な性質を持っていました。

このため、発見直後から医療に利用されてきました。日本でも島津製作所が1896年にエックス線撮影装置を完成させています。また放射線治療も1897年に初めて行われています。このようにして利用を重ねる中で、過剰に用いると皮膚障害が発生したり、白血球が減少したりするなど、さまざまな生体影響がわかつてきました。今日までの約120年におよぶ医療利用の歴史は、放射線の生体影響が明らかになった歴史ともいえます。

放射線の生体影響は大きくふたつにわけられます。

ひとつは放射線が過剰に当たった部位に生じる組織損傷。もうひとつは、発がんや遺伝への影響です。組織損傷はある一定量以上の放射線を浴びなければ発生しません。

つまり影響が出る下限線量が明確にわかっています。このため確定的影響と呼ぶ場合もあります。

一方、発がんや遺伝影響は放射線を浴びていない集団からも発生するため、正確にこれだけ浴びたら発生する、しないと言い切ることができません。下限線量が明確でないため、確率的影響と呼ぶことがあります。

組織反応が生じ始める下限線量を“しきい線量”と呼び、主なしきい線量を表にしています。しきい線量は、組織反応を起こす放射線量の最小量であり、被ばくした集団の1%に影響が現れる線量と定義します。しきい値のある影響の場合、線量に応じて影響も増します。

放射線治療では、できるだけ健常組織に放射線が当たらない工夫を重ねていますが、どうしても治療目的部位周辺の組織にしきい線量を超えて当ててしまう場合があります。それが副作用として現れます。

このため、化学療法の副作用が、嘔気や嘔吐また脱毛など比較的同じような種類に限定されるのに対して、放射線治療では、線量が多くなった部位の組織反応として現れるため、治療部位によりそれぞれ異なる副作用が発生します。

### 組織反応の下限線量（しきい線量）

しきい線量より低い線量では障害は発生しない

臓器	障害	しきい線量（1回短期被ばく）
精巣	一時不妊	0.15 Gy
精巣	永久不妊	3.5～6.0 Gy
卵巣	不妊	2.5～6.0 Gy
水晶体	白濁	0.5～2.0 Gy
水晶体	白内障	5.0 Gy
骨髄	造血低下	0.5 Gy

Gy（グレイ）

放射線治療の副作用はしきい線量を超えてから  
主に治療部位に出現する

- 皮膚：火傷様症状
- 頭部：脱毛
- 頸部：咽頭炎、喉頭炎、口腔内粘膜の炎症
- 胸部：肺炎
- 腹部：下痢
- 骨髄：骨髄抑制



遺伝的影響についても、原爆被爆者の二世を対象とした研究が行われています。

放射線被爆した人が結婚をし、その後、設けた子どもが被爆二世ですが、一般の人々は、妊娠中に被爆した母親から生まれた子どもが二世という誤解をしている人がいますので、この内容を患者さんに説明する時には混乱のないように注意してください。

調査は、表に示すように7万7千人以上の人を対象としています。染色体まで調べていますが、対照群（コントロール）と比較して、どの項目も有意差はありませんでした。

このため、人には遺伝的影響は認められない、という結論が世界の放射線の専門家の共通認識となっています。

また、遺伝に関する調査としては、日本の科学者達が主導している別の研究もあります。地球上には大地からの放射線が、その土壤の性質により特別に高く、通常の5～6倍に達する地域が数カ

所あります。これらの地区には昔から多くの人が生活していますが、がんは増えていません。

細胞内の染色体を調べると、大人には放射線の影響といえる染色体の変化がありますが、その地区で生まれて間もない赤ちゃんの遺伝子には変化がない、つまり、原爆被爆者と同じ結果が得られています。放射線の悪影響を次世代へ伝えない機能が人には備わっているといえます。

#### 原爆被爆者二世（次世代影響）の調査

調査項目	対象人数	期間	影響
出生時障害	77,000	1948～1954	観察されず
性比	140,000	1948～1966	観察されず
染色体異常	16,000	1967～1985	観察されず
生化学的調査	23,000	1975～1984	観察されず
死亡調査	80,000	1946～継続中	みられない

これまでの解析からは遺伝的影響は検出されていない

被爆二世健康影響調査報告（放射線影響研究所）をもとに作成

#### ● 遺伝と発がんへの影響

放射線や環境因子が発がんや遺伝にどのように影響するかを調査するには、疫学的手法が必要となります。対象群と対照群（コントロール）には、それぞれ多人数を必要とします。少人数では、年齢や性別、タバコ、飲酒などの嗜好の影響が大きく、正確に判断できないからです。

人が放射線を浴びた最大の出来事は、第二次世界大戦の広島と長崎への原爆投下です。直後から日本人研究者が現地に足を運び、研究を開始しました。その後、米国の研究者と共同研究が進み、この時の対象集団への調査は今日まで継続されています。図のグラフは国連科学委員会のまとめです。この調査の結果をひと言でいうと、

- 大量の放射線を浴びた被爆者からは、がんにかかる人が増加した
- 少量の放射線しか浴びなかつた被爆者からは、がんにかかる人は増加しなかつた

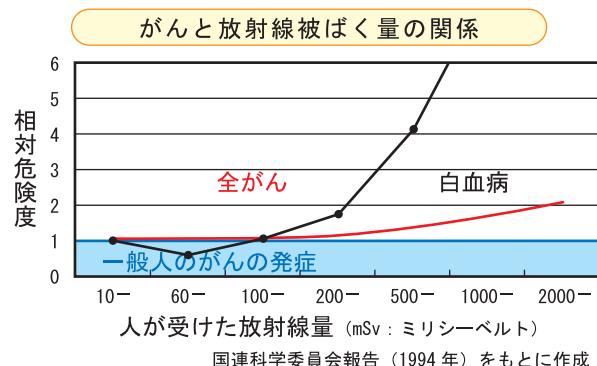
ということです。

また、この調査では放射線を浴びた年齢別にも研究されています。その結果、一度に1シーベルトを浴びた小児では、がんになる危険性は大人の

2倍以上ということがわかりました。

しかし、これより少ない放射線を浴びた人は年齢による差は認められませんでした。

なお、2011年の東京電力福島第一原子力発電所の事故では、多くの研究者が「少ない放射線量では、その影響がわからない」と言いましたが、これは少ない放射線量では対象群もコントロール群もがんの危険性は同程度であったという意味です。



国連科学委員会報告（1994年）をもとに作成

1986年のチェルノブイリ原子力発電所など、放射線事故は起きていますが、日本の原爆被爆者を対象とした調査は、疫学調査として科学的に信頼できる手法が取られていると、世界的にも評価されています。

## ● 妊婦の被ばくによる胎児への影響

妊娠中の放射線被ばくの胎児への影響についても詳しくわかっています。胎児で問題となるのは形態異常と精神発達遅延です。図は妊娠月数と、これらの影響が発生する時期を表しています。事故などで、胎児影響が出るほどの大量の放射線を浴びたとして、形態異常は器官形成期の被ばくでなければ発生しません。

また、精神発達遅延も脳神経が形成されつつある時期にしきい線量を超えた被ばくをしなければ心配はいりません。

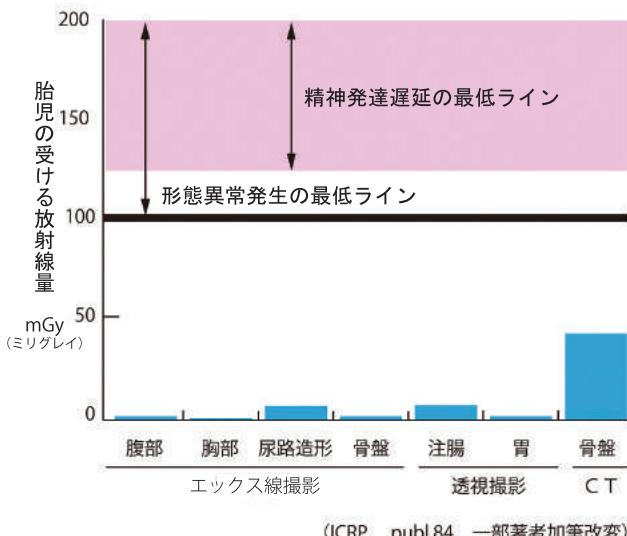


実際に医療で被ばくが問題になるのは、放射線検査を妊婦が受ける時です。図は妊婦が各種放射線検査を受けた時の胎児の放射線量としきい線量を比較しています。妊娠中に放射線検査が必要と

なった患者さんへ説明するために活用してください。

なお、しきい線量にはある程度の幅がありますが、一般の人に教育目的で話をする場合は、正常値に幅があるという感覚を持つことが難しいので、一番厳しい値の 100 ミリグレイを指標として説明したほうが理解しやすいようです。

### 胎児線量と胎児に影響を及ぼす線量との比較

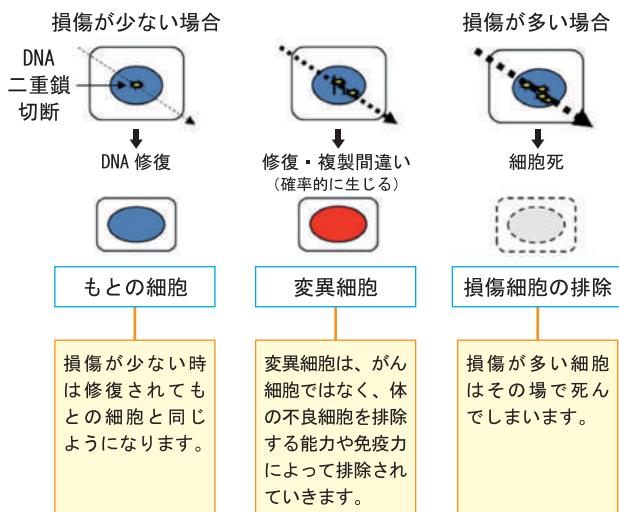


## ● 細胞影響

放射線による細胞レベルの影響をもう少し詳しく見てみましょう。遺伝情報を担ったDNAは細胞の核の中に保存されています。DNAの損傷が少ない時は修復されてもとの細胞と同じになり、損傷が多いと細胞はその場で死んでしまいます。損傷が少し多いと、完全に修復される細胞や修復に失敗してDNAの一部が変化した変異細胞と呼ばれるとの細胞とは異なる細胞になります。このような変異細胞は、放射線による損傷を受けない日常の細胞分裂の失敗によっても生まれていますが、変異細胞のすべてが、がん細胞ではありません。体の不良な細胞を排除する能力や免疫力によって排除されていきます。しかし、これを何度もくり抜けた時は、がんの発生につながっていきます（放射性発がん）。

ヒトの体を造っている細胞数は約37兆個と言われていますが、それらがすべて分裂しているわけではありません。大部分の細胞はそれぞれの組織の細胞として働き、それ以上分裂せず皮膚の細胞のように死んでいきます。当然、それを補う特殊な細胞（組織幹細胞）が数億あり、細胞分裂をして細胞を増や

### 放射線により誘発されるDNA損傷



し、死んでいく細胞を補っています。このような特殊な細胞に変異が起き、免疫機構を含めた細胞を監視するシステムをくり抜けて、がんが起きると考えられています（自然発がん）。現在、白血病以外、自然発がんと「放射性発がん」とは区別できません。

# 5 放射線診療従事者の放射線安全管理

放射線診療に従事する者は放射線診療従事者として、放射線から適切に防護されるように制度が整っています。他の有害業務と異なり、個人の被ばく線量や作業環境の整備がきめ細かく行われているため、近年医療領域の放射線利用での重大な事例はほとんどありません。本章では法令で定められている従事者への規定と各自が行える被ばく低減のための方策を解説します。



## 放射線に関する基礎知識

放射線に従事する人は、病院内で放射線診療従事者として登録されます。職種は問いません。医師、診療放射線技師、看護師だけでなく、薬剤師や検査の補助員なども該当します。放射線診療従事者には以下の5種類の労働衛生管理の原則が適用されます。

- ① 教育訓練
- ② 特殊健康診断
- ③ 個人被ばく線量測定
- ④ 作業管理
- ⑤ 作業環境管理

### ① 教育訓練

教育訓練は配属前と配属後は年1回行います。パート職員や夜勤のみの交代制で放射線診療業務に従事する可能性があるスタッフもすべてが対象です。

配属前は、第4章までに記載したような内容を各施設の現場に合わせて教育を受けます。

教育訓練を行う人は、状況をよく理解している師長や、診療放射線部の技師長などが適任です。看護協会などが主催する同様の勉強会に参加した場合、講習内容がわかる資料と出席証明書を管理担当者に提出すれば、これで代用することができます。

ただし、初回の訓練はその施設固有の放射線装置の設備や入室の仕方などを学ぶ必要がありますので、他施設で既に訓練を受けていても、施設の構造設備に関する教育は必ず受けてください。

また、放射線診療に従事するスタッフと血液照射装置に関するスタッフ（多くは臨床検査技師）、核医学のサイクロトロンの技術者は、別途、半日程度の教育訓練を特別に受けなければなりません。これらの人々は原子力発電所の作業者などと同様に、環境省の原子力規制委員会の法令に準拠した教育を受ける必要があるからです。

### ② 特殊健康診断

放射線診療従事者は通常の定期健康診断に加え、特殊健康診断を年1回受けます。両方の健診を受けて完了となります。これは放射線診療従事者の義務ですから、受けなかった場合の罰則規定も法令に記載されています。従事前の健康診断は、その人のベースラインとなる情報を得る目的で種々の検査項目が規定されています。

しかし、その後は個人被ばく線量の計測結果が年間5ミリシーベルト以下の被ばくであり、その後も業務の変更予定がない場合の健診は、質問紙を用いた問診のみです。検査は問診結果を見た医師が必要と判断した場合に追加事項として行います。

### ③ 個人被ばく線量測定

個人被ばく線量計を作業内容に応じて配布します。個人線量計は配布された個人が責任を持って管理します。時々、透視検査室内に置き忘れるな

#### ● 防護衣を着用する業務をしない場合

個人線量計は各自 1 個です。男性は胸部に、女性は腹部に装着します。

#### ● 防護衣を着用する業務に従事する場合

個人線量計は各自 2 個です。防護衣の内側と外側で被ばく線量が異なるためです。

防護衣を着用しない場合と同じ部位（男性は胸部、女性は腹部）に装着した状態で、その上から防護衣を着用します。防護衣で覆われない頭頸部に 2 個目の線量計を装着します。小さな字ですが、線量計にはそれぞれ装着部位が記載されており、色分けもされています。誤って装着すると被ばく線量も誤った数値となりますので、気を付けてください。

#### ● 手指が被ばくする業務に従事する場合

核医学の注射業務に専従していたり、IVR の術者として頻繁に従事する場合は、手の指にリング状の線量計も装着してください。局所の線量をより正確に計測管理することができます。

看護師の被ばく線量は少なく、約 85% の人には被ばくがありません。被ばくした人の 99% は年間 1 ミリシーベルト以下で、自然界からの年間被ばくを下回る範囲です。

また、被ばく線量管理については、個人線量計を用いる外部被ばく線量管理の他に、放射性物質を不用意に吸引していないかの内部被ばく線量管理も行います。具体的には管理者が、放射性物質を吸引するような作業をしていなかったかを業務内容から確認することで判断しています。

放射線診療に従事する人には、線量限度が細かく設けられており、その数値内で働くように規定されています。これを超えた場合は配置転換を行うなどの対応が求められます。

ただし、作業頻度に幅があることを考慮して、5 年間で 100 ミリシーベルトを限度とし、年間の最大値は 50 ミリシーベルトまでです。

どの不注意により、実際よりも高い被ばく線量を計測するミスが起きています。管理責任を問われることがないように注意しましょう。

#### ● ごくたまに放射線業務に従事する場合

個人被ばく線量計は個人の線量が詳しくわかる反面、高価です。ごくたまにしか作業に当たらない人のために個別に線量計を用意することは、経済的にも負担が大きくなります。

このような場合には、リアルタイム線量計という、その都度数値を計測する小型線量計を病院で用意すると良いでしょう。これを個人線量計に準じて装着して作業し、作業終了後に線量を読み取り、記録します。

線量測定結果の記録と作業をした場所への立ち入り記録を正確に記帳し保管しておきましょう。教育訓練と健康診断をきちんと受けていれば、管理上も問題ありません。

なお、小型線量計は定期的な校正が必要です。忘れずに管理して、正確に使用してください。



リアルタイム線量計

また、個人線量計を測定機関に出している場合には、手指などの皮膚、目の水晶体に関する結果も報告されます。これに対する基準もあり、皮膚は 500 ミリシーベルト、目の水晶体は 150 ミリシーベルトが限度です。

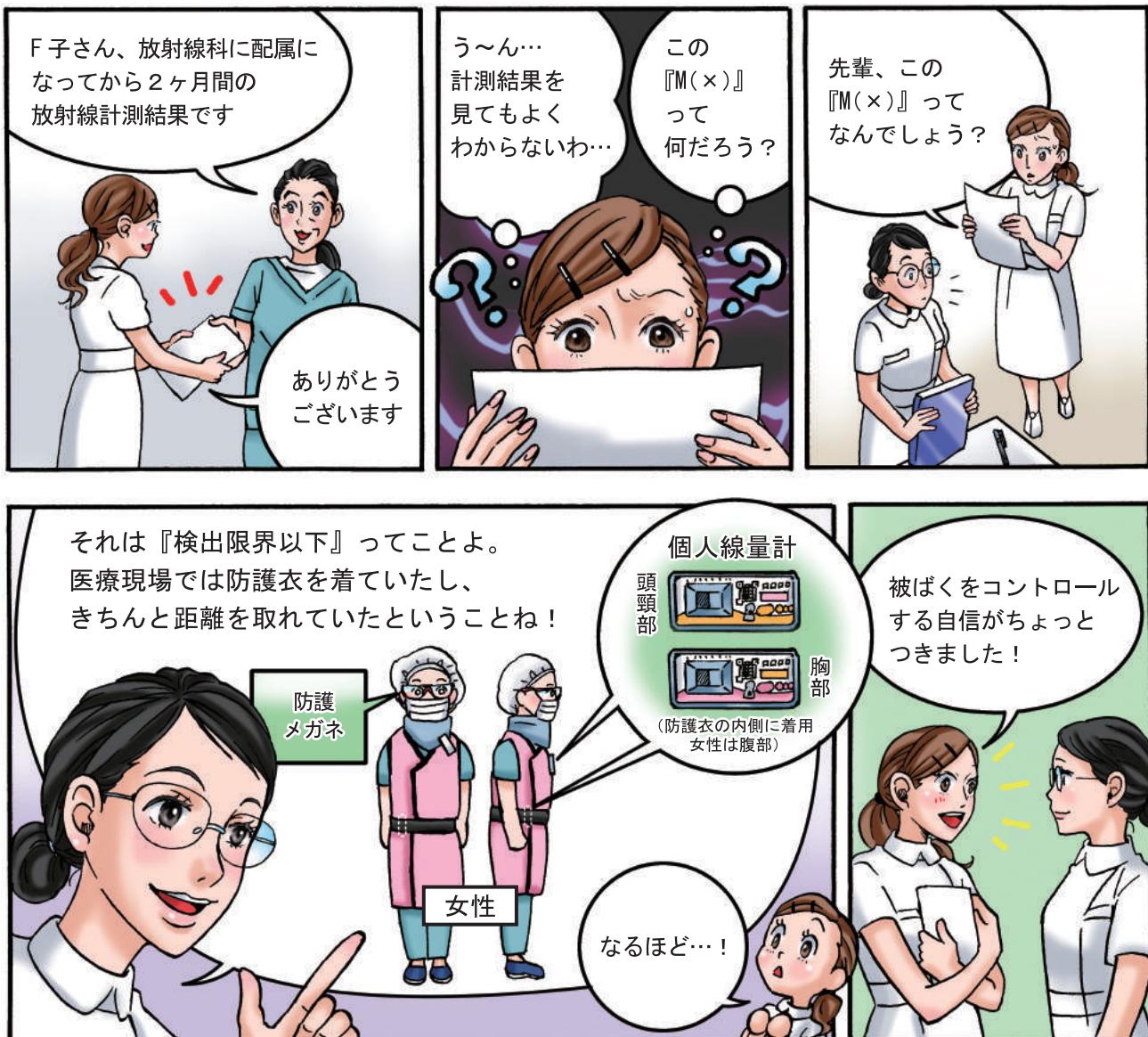
手の指リングの線量計



患者さんに放射性医薬品を投与する業務では、指への放射線量が多くなります。

このため、リング状の線量計を使用し、体の中で一番被ばくするところの線量を測るようにします。

装着方法は、できれば注射筒を握る指に写真 1 のようにはめます。IVR の手技を行う医師などは、写真 2 のようにはめます。



## ■ 妊娠した場合の放射線管理

妊娠がわかった時は職場の師長に申告し、管理者に報告しなければいけません。管理方法が異なるからです。妊娠から出産までの間は、被ばくが1ミリシーベルト以下になるように、腹部表面での計測結果は2ミリシーベルトを超えないようにします。

しかし、通常業務で多くの看護師の被ばくが1ミリシーベルト以下ですから、特別な配慮は不要な場合が多いと思います。

100ミリシーベルト以下では胎児への影響が発生しないことが判明しているにもかかわらず（第4章参照）、なぜ、このような管理をするのでしょうか？ それは、胎児は妊婦の従事者の体内にいますが、別の一人の“一般公衆”として考えるからです。胎児には一般公衆の線量限度としている年間1ミリシーベルトを適応する目的で、妊

婦の従事者の被ばく線量を下げているのです。

一般公衆は放射線に関する知識を得る機会が少ないと、乳幼児や高齢者を含むあらゆる人々を対象とすることから、可能な限り低い値を設定しています。自然放射線被ばく線量の半分程度であれば、危険性はほとんどないとの判断によります。この数値を胎児にも当てはめようという公衆衛生的な配慮がなされています。

## ④ 作業管理

放射線業務の作業管理の基本は、放射線の発生源から適切な距離を取ること、遮蔽を有効に利用すること、業務時間を短縮することの三原則に従います。具体的には、まず放射線が発生することにより、室内がどのような線量分布になるのかを把握することです。写真のような専用の空間線量を計測する装置が装備されていますので、各自測ってみることで、距離の取り方が実感できると思います。これがわかれれば、業務に沿った適切な行動パターンを考えることができます。

また、看護師が直接行なうことはありませんが、密封されていない液体状の放射性医薬品などの調



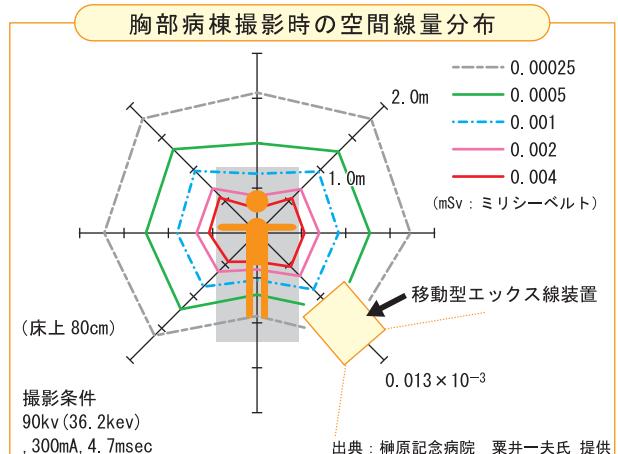
整は、専用のブースで行います。

看護師が被ばくをする可能性がある業務ごとに作業管理の解説をしていきます。

### ■ 病室撮影

病室で撮影するポータブル撮影装置の場合、その放射線は発生装置からおよそ 1.5 メートル程度にしか達しません。隣のベッドの患者さんには届きませんので、看護師が他のベッドの患者さんに対応中の場合でも、そのまま業務を続けてください。看護師が慌てて室外に出るそぶりを見せては、病室内に残る患者さんに不要な不安や心配を与えます。撮影する患者さんを支えるなどの介助の時には、必ず防護衣を着用してください。

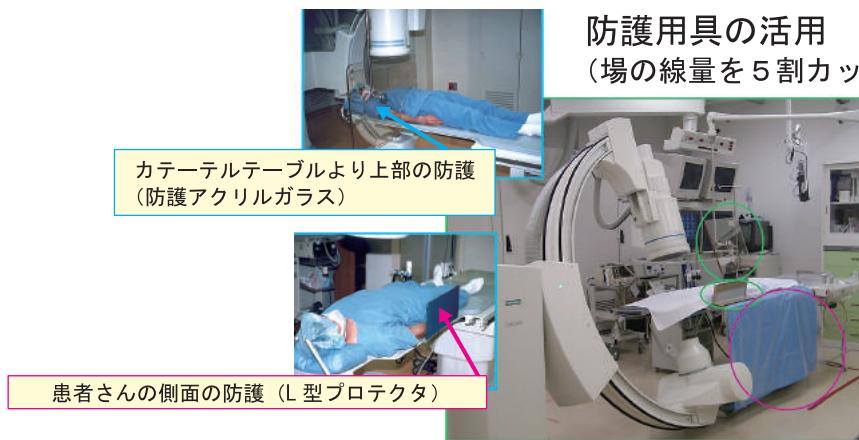
なお、ポータブル撮影については、患者さんの移動が困難な場合は、自宅での撮影が認められています。この時は何も放射線を遮る物がなくても患者さんのご家族は装置から 2 メートル程度離れ



た位置で待ってもらえば良いと法令で定められています。

### ■ 透視検査と IVR

透視検査の場合には、防護衣を着用してください。防護衣を着用することで放射線は 90% カット



出典：横原記念病院 栗井一夫氏提供

できます。

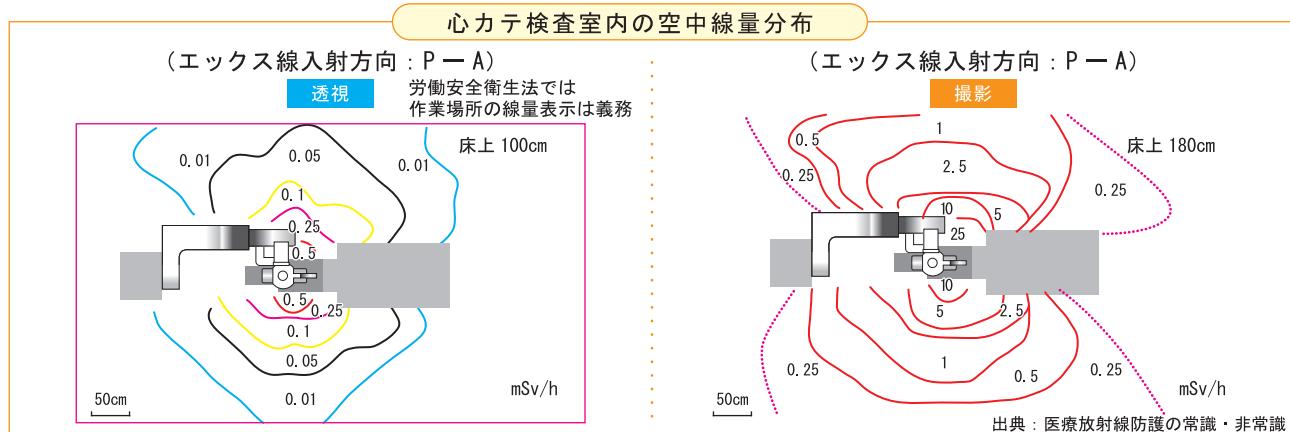
また、適切な防護具を多用すると、その場の放射

### 防護用具の活用 (場の線量を 5 割カット)

線量を 50%カットできます。透視の時に線量をうまくカットするためのコツは、透視装置のエックス線を発生させる部分(エックス線管球)ではなく、患者さんから出る散乱線によって私たちが被ばくしていることを自覚し、患者さんが放射線の発生源と考えて行動することです。通常、放射線は患者さんの体の大きさを超えないように絞りを用い

ます。このため、直接放射線が周囲の従事者に当たることはありませんが、患者さんの体の中で乱反射し、受像面に到達しない放射線を浴びてしまうと考えてください。

図のように頭頸部の IVR であれば、アクリルガラスを患者さんの肩のあたりに置けば、頭部からの散乱線を遮蔽できます。

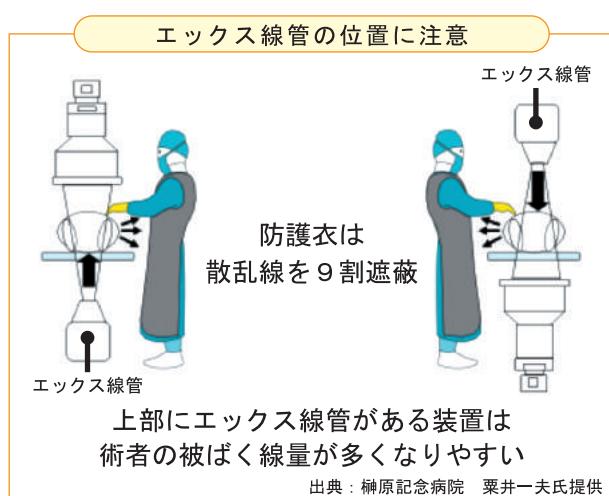


また、透視よりも撮影時の放射線量が高くなりますから、撮影時には検査室外へ出ます。放射線は距離を取るほど減衰するため、直接 IVR 手技をする医師の被ばくが最も多くなります。

最近、放射線科以外の医師が IVR に従事することが多く、自分の手を透視しながら IVR をすることで、皮膚がんが発生しているという情報があります。所属する施設の安全管理の一環として、この情報を正確に伝えて対応してください。

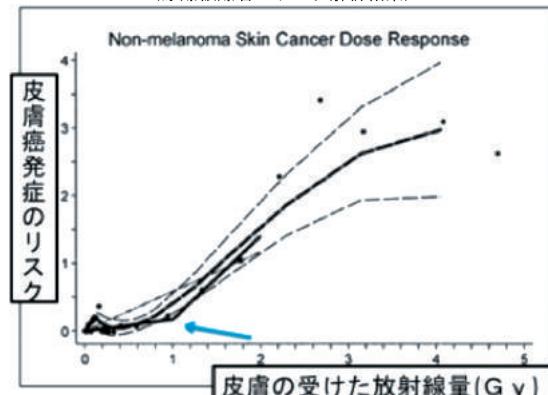
特に消化管透視装置を用いる場合は厳密な管理が必要です。エックス線を発生する管球が術者の頭側になり(図:「エックス線管の位置に注意」の右側)、照射野内に自分の手が写る時は、術者の手が最も管球に近く、患者さんの皮膚よりも被ばく線量は高くなります。

足側に管球がある時は患者さんを通り抜けた後の放射線になり、我々の測定では 400 分の 1 です。



皮膚がんは 1 グレイ以上の被ばくから急速に発がんリスクが増す

(原爆被爆者のデータ解析結果)



なぜ手を写す行為が正確な手技と言えないのでしょうか。グラフは皮膚がんのリスクの上昇を被ばく線量とともに観察した原爆被爆者の調査結果です。皮膚は放射線の影響を受けやすい臓器です。1 グレイを超えるとグラフの傾きが急激に上昇します。毎日少しづつ放射線を浴びる方が、一度に

浴びるよりも影響は少なくなります。しかし、毎日、自分の手を透視しながら IVR をしていれば、簡単に皮膚の線量は数グレイに達します。こうなると皮膚がんが発生してもおかしくありません。

自分の手を撮影するという、一度身についてしまった悪い癖はなかなか治りません。最初のトレーニングが重要です。圧迫などのためにどうしても

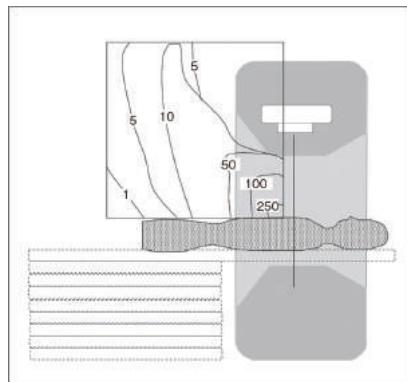
照射野に手が入りそうになる時は、専用の手袋があります。細かな作業には適していませんが、厚手の炊事用手袋のような形状です。

### CT 透視

CT 透視は最近盛んに行われています。これは CT を利用することで患部の正確な位置がわかり、組織診断にも貢献しているからです。

この場合も撮影時は必ず外に出てください。CT は鮮明な画像が得られる分、空間の被ばく線量が最も大きな値となります。

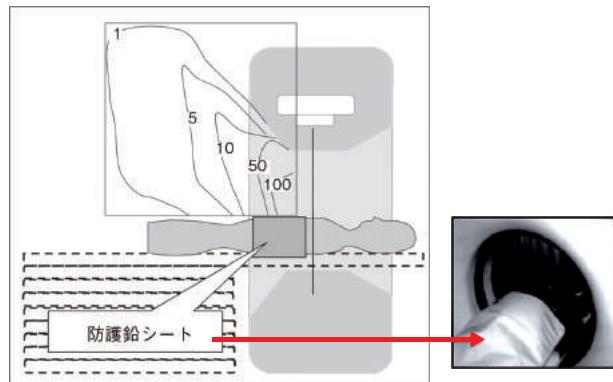
CT 透視時の空間線量分布 (mSv/h)



この場合も少しだけ空間の放射線を低減させることができます。

放射線を当てる部分よりも足側に防護用のシートをかぶせてください。これにより患者さんからの散乱線を遮蔽することができます。

CT 透視時の患者さんからの散乱線防護 (mSv/h)

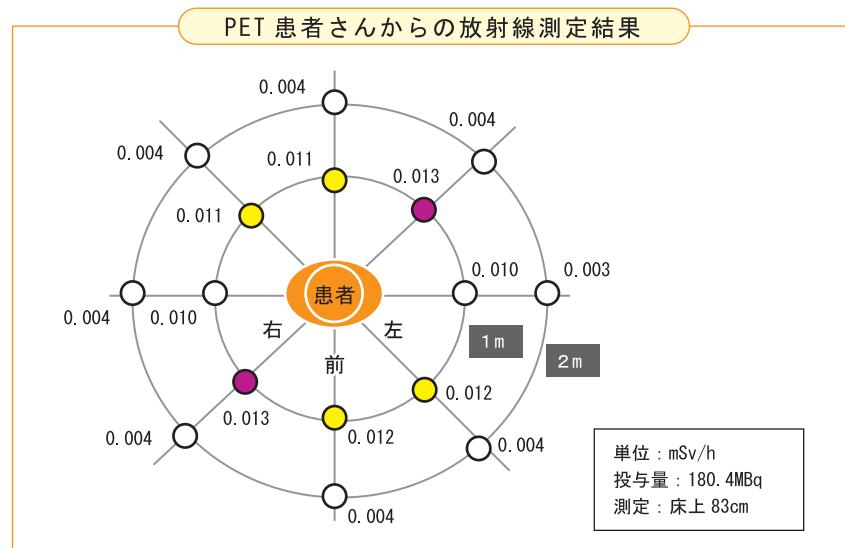


### 核医学診療での被ばく

核医学診療では、放射性医薬品を投与した患者さんの体内から放射線が出ます。

しかし、その量はあまり高くなく、図に示すよ

うに投与量の多い FDG-PET 検査でも患者さんから 2m の距離では 1 時間に 0.003 ミリシーベルトです。



## ■ 工事作業者の被ばく

放射線装置を新規に導入する場合、部屋の改裝と装置の搬入時期が重なる時があります。この際に異なる業者間の作業工程を十分に確認できていないと、事故が起こります。装置の試運転をしている最中に、屋根裏などの配線工事を行う作業者が被ばくをしたという事例があります。

これらの責任は発注元の病院にも及ぶことを忘れずに、工程に注意を払う必要があります。

## ■ 防護衣の管理

防護衣は特殊纖維でできています。このため、劣化すると纖維が断裂し脱落します。この事故が起きないように、年1回は防護衣を透視台に乗せて透視し、亀裂がないことを確認します。また、纖維が折れないように普段からハンガーにかけ、丁寧に取り扱うように職場で教育してください。

防護衣は重いので、できればセパレートタイプを購入し、腰痛の防止に努めてください。ワンピースタイプの場合は、サイズの合った物をきちんと装着して、腰ベルトを締めるとかなり負荷が減ります。

また、防護衣の襟ぐりが大きく空いていることを気にして、頸部専用の防護衣を希望する人がいます。甲状腺を心配するためですが、実際には甲状腺の放射線への感受性が高いのは小児に限定されており、成長後は比較的放射線の影響を受けにくい臓器に当たります。このことを伝えてなお装着を希望する人には配布しますが、前掛けのようにつけると、隙間から放射線が入りかえって散乱線被ばくが増加します。ぴったりと着用するようにタオルを巻いたり、最近販売している使い捨てタイプの薄手の物を支給するなどの工夫をして、意味のある防護を実践してください。

## ⑤ 作業環境管理

放射線診療に従事する場所は管理区域と呼びます。管理区域では、区域内に立ち入る者は管理責任者の指示に従わなければなりません。

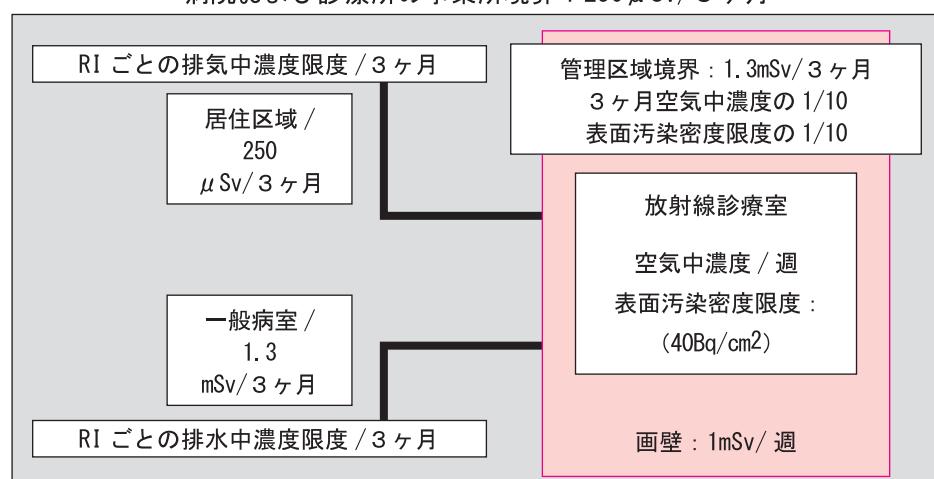
図に示すように病院の中は、その用途によりさまざまに放射線の値が決まっており、担当者は法律にしたがって定期的な測定を行い環境管理に努めています。

この図で敷地境界は3ヶ月で250マイクロ ( $\mu$  :

ミリの1000分の1) シーベルトとあります。1年にすると1000マイクロすなわち1ミリシーベルトとなります。一般公衆の被ばく線量限度は1ミリシーベルトで、これを保障するために作られた基準です。一般公衆の基準とは、何か新しく施設ができる場合にその周辺住民が過剰に被ばくすることがないように作られた基準値なのです。

### 放射線診療施設の管理（規制基準）

病院および診療所の事業所境界 :  $250 \mu\text{Sv}/3\text{ヶ月}$



# 6

## 患者さんとのコミュニケーション

看護師は患者さんともっとも密に接する医療職です。医師との会話では、病気の説明も検査の説明も初めて聞く言葉が多く、その場ではなかなか質問もできません。また、どうしても、診療をやだねているという遠慮が生じます。この傾向は年齢の患者さんほど多く見られます。その後、生じた疑問や聞き漏らした事項を質問する相手は看護師になります。時には受付の事務職員にも尋ねます。

ここでは、放射線検査について不安を持たせないための対応策と放射線部で働く事務職員を含めたスタッフが共有すべき、共通認識を中心に説明します。



### 放射線診療に対する不安の特徴

放射線に関する不安は以前から存在しました。特にこれが顕在化したのは、2004年に日本最大手の新聞社が一面トップで「がん 3.2% 診断被ばく原因」という記事を掲載したことによるものです。

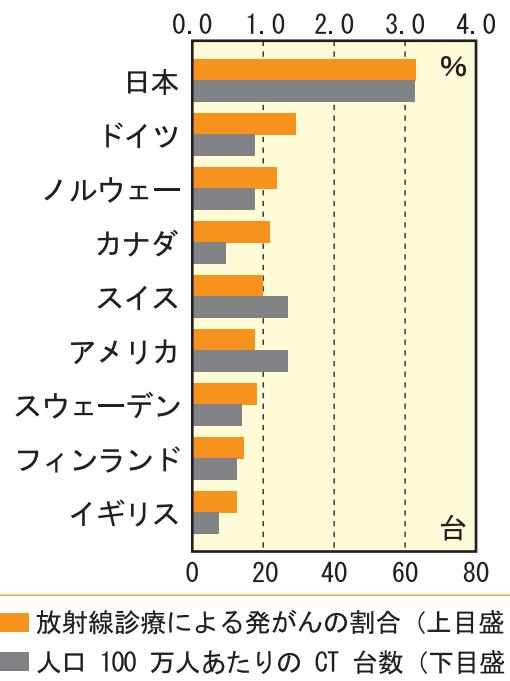
この頃はちょうど CT の性能が飛躍的に改良されて、短時間に、また比較的容易な操作で撮影できる装置が一般病院にも普及した頃でした。この傾向は国際的に医療における放射線利用の量の増加を意味します。国際放射線防護委員会（ICRP）も医療関係者向けの勧告をこの頃から頻繁に出して、適切な利用を呼び掛けています。

この 2004 年の新聞記事は当時、英国の研究者が発表した論文のひとつを取り上げました。新聞報道の見出しのみを読んだ多くの人が、放射線検査を受けると将来がんになると思い込んでしまい、日本中の病院へ相談が殺到しました。放射線科医が対応に追われ、日常の診療が滞ったほどでした。

また、日本医学放射線学会などの放射線に関する学会や協議会への一般患者さんからの相談も増加しました。この章での内容は、これらの経験をまとめたものです。

なお、がんが 3.2% 増加するかもしれないという報道のことは、現在 40 代以上の人々は良く覚えているでしょう。中高年のがん患者さんとコミュニケーションを取るために、報道の概略を説明します。報道された研究内容は、世界中に普及している CT 装置の保有台数と検査件数を調査したもので、少しでも被ばくをすると、その影響は修復さ

れずに蓄積し、発がんにつながるという仮説を立て、その仮説を用いて計算した結果、日本ではがん患者が 3.2% 増加するという内容です。図は当時の新聞記事の一部ですが、研究当時の CT 保有台数は日本が一番でした。現在は日本よりアメリカの方が CT 保有台数は増えています。台数が多い国ほど発がんの可能性も増えるというのは、仮説からすれば当然の結果です。ここでは CT 検査によるがんの早期発見や救命という本来の効果がまったく考慮されていないことを忘れないでください。



読売新聞 2004 年 2 月 18 日

## 内部被ばく



患者さんから相談を受けた時、知識を持っていないと回答に困る内容に、内部被ばくがあります。核医学検査は内部被ばくをすることで、適切な生理機能情報を得ることができます。この他に、毎日の食事でも内部被ばくを伴っています。

内部被ばくの評価方法は、医療関係者でも理解している人が少ないようです。以下の内容がわかるまで、何回か読み返してください。

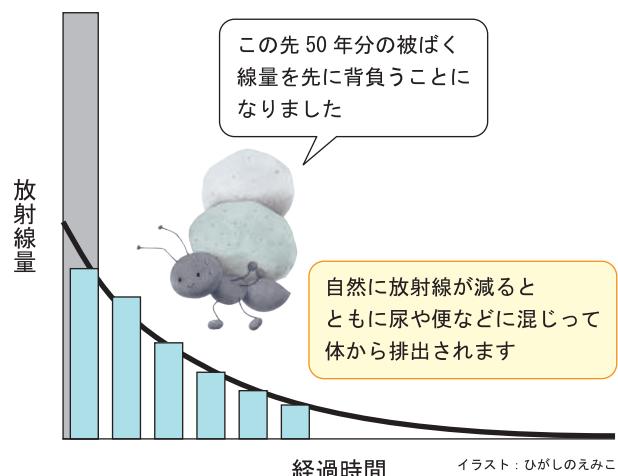
体内に入った放射性物質は、代謝を受けながら毎日少しづつ排泄されていきます。物質により排泄される期間はさまざまです。内部被ばくによる影響を考える時の計算方法として、体の中に残っている放射性物質から今後少しづつ被ばくする量を計算し、将来に渡って受ける放射線の総量を見積り、これを内部被ばく線量とします。実際には、見積り総量の被ばくはしていません。

なぜ、このような方法を用いるようになったのでしょうか？根本は私たち放射線を扱う職場で働く人の安全管理が目的です。職業被ばくをする人は、法令で被ばくの限度が定められています。この基準値以下であれば、50年間勤続しても総被ばく線量は1000ミリシーベルト（1シーベルトと同じ）以下です。この1000ミリを取り分と考えてください。内部被ばくをする職業の場合、データに基づいて50年分を先に算出し、取り分の1000ミリから差し引いておけば、今後の外部被ばくも内部被ばくも、差し引いた残りの中で納まるように管理すれば良いというわけです。

なお、内部被ばく線量を公表する時は、患者さんなどの一般の人は70歳になるまでの総被ばく線量を求めますが、実際に医療で用いる放射性物質はそれよりかなり以前にゼロになります。また、この総被ばく線量をもとに何ミリシーベルトの内部被ばくとして公表します。

内部被ばくのほうが外部被ばくより少ない、という表現を見かけることがあります。これはまだ実際には被ばくをしていない分も前倒しで計算しているため、という意味です。

### 内部被ばく線量（預託線量）の考え方



成人は50年間（子どもは70歳まで）の長期に体の中から少しづつ浴びる全ての放射線量に相当する線量を摂取の時点で被ばくしたと見積もる（灰色の棒グラフ部分）

## 放射線不安を持った患者さんへの対応



患者さんからの問い合わせが多いのは、小児、妊婦、中高年のがん患者さんの治療後です。

この方たちからの質問に決まって良く出てくる内容は以下に示すとおりです。

患者さんの多くは、放射線検査で使う線量を管理した放射線と、原爆で爆風とともに浴びた放射

線の影響は同じだと思っています。したがって、いずれはがんになるリスクが増えるのではないかと漠然と感じていたり、妊婦さんに悪影響があるから放射線検査をしてはいけないと思い込みがちです。不安を持つ患者さんの質問は、まさに情報の欠如が影響したものと考えられます。

- Q. 訳のわからないうちに子どものCT検査が済んでしまいました。  
将来がんになりませんか？
- Q. 妊娠に気づかないで放射線検査を受けましたが、妊娠を続けても大丈夫でしょうか？
- Q. がん治療後の経過観察のエックス線検査が原因で別のがんにかかるのでしょうか？

問い合わせの共通点に気が付きましたか？ みな、なぜ放射線検査を受けたか、という意義にはひと言も触れていません。不安を持った方の特徴は、**検査を受ける意義とメリットを理解しないまま検査を受けた、意義とメリットを忘れた方たち**です。

患者さん本人やご家族の場合には、相手の質問にストレートに答えるのではなく、検査を受ける前の状況と検査の結果を思い出すように誘導します。不安を持って質問する方の多くは、放射線被ばくで頭がいっぱいになり、被害者意識を持つ方もいます。気持ちをほぐして過去を思い出すことで、こちらの説明を受け入れる余地が生まれ、冷静を取り戻すことから対応は始まります。台から落ちた子どもの頭部 CT の結果が異常なしで、どれほど安心したかを思い出すだけで不安が消える母親もいます。

次に大切なことは、医療関係者自身が、**放射線利用は医療行為の一環**であるとの考えをブレないように説明することです。

生物学的な影響でみれば、放射線が細胞に当たれば何らかの影響を及ぼします。それが完全修復される場合や、そうでない場合もあります。しかし、放射線検査や放射線治療を受けていかなければ、健康障害が進んだり、命を失ったりする場合もあります。体に針を刺したり、メスを入れたりするような医療行為と根本は同じです。

患者さんの苦痛やトラブルを軽減するために、注射での投与が塗布や経鼻の噴霧になるように、今後、放射線を使わない画期的な技術が開発されるかもしれません、今は、放射線診療がなければ医療のほとんどが成り立ちません。高齢で全身麻酔の危険性がある方にも、放射線照射による治療であれば、麻醉のリスクを回避して、同程度の効果を得られる場合も少なくありません。**今できる最良の医療のために必要不可欠な行為を受けたことを患者さんが自ら納得できるように伝えてください。**

また、最近普及が進んでいる、CT を利用したバーチャルの気管支鏡画像やコロノグラフィ（注腸検査）は、過去に生じた内視鏡による臓器の損傷や穿通事故を起こさない意味で、医療安全の推進に貢献しているといえます。

**多少の放射線リスクはあるかもしれません、リスクという点では医療行為すべてにリスクがあり、それらと比較しても突出して高いわけではなく、むしろ他の診療リスクを回避できた場合もあ**

る、ということです。

患者さんの体の中に線量計を付けることはできませんから、検査の被ばく線量は計測していませんが、適切な画像や治療のための、適切な放射線量が出力されるように日常点検を怠らず、装置を管理することは、診療放射線技師や医師に義務付けられています。そして、倫理の原則 “**危険性があるとわかっているものは最小限にする**”に基づいて、診断・治療が可能な範囲で最小量の放射線を利用するよう努めていることを伝えてください。

患者さん以外の、住民レベルでの防護や労働者の安全管理では、被ばくを可能な範囲でゼロに近づけるように努力しています。個人の被ばく線量も計測し、一人ひとりを管理しています。

子どもについては、影響が何 10 倍も高いと思い込んでいる母親がいます。前項で説明したように、検査で使うレベルの放射線については、大人も子どもも影響に大きな差はありません。また、子どもの皮膚が薄いから皮膚障害が大きく出ると誤解をしている場合もあります。確かに、表面から浸透するような薬品の場合は、子どもの影響が大きく出ます。しかし、放射線は表皮の扁平重層上皮の一番下の層である基底膜細胞に影響を及ぼします。基底膜細胞への影響としては、大人と子どもでの差は生じません。放射線治療を受けている大人も子どもも同じような皮膚への影響であることを実際に経験すれば、みなさんもより一層納得できると思います。



経験の少ない医療従事者の場合、どうしても質問事項を表面的にしかとらえられないことがあります。そのような場合でもこの原則を忘れずに、まずは医療放射線利用の本質を伝えてください。そうすることで、患者さんが自ら判断できる状況になると考えています。

妊婦さんに対しては、前項の影響のところで述べたように、通常の放射線検査で胎児に悪影響が及ぶことはありません。図を見せてきちんと説明することが大切です。また、妊娠週数や撮影場所も正確に聞いてください。母親が形態異常を心配している場合、検査時期が器官形成期でなければ、その心配がそもそも不要であると言い切れます。ただし、その時に、一定の割合で異常出産が存在することも伝え、このリスクを低減するためにも健康的な妊娠継続が重要であることを強調します。

また、患者さんは撮影範囲を絞って放射線を当てていることを意外と知りません。もともと健康な人が多い20代から30代の女性が放射線検査を

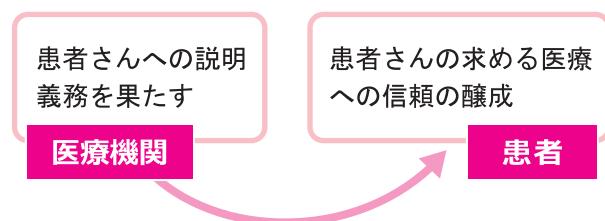
受ける場合の多くは健康診断です。健康診断の被ばくを心配しているのであれば、受けた検査は胸部のはずですから、子宮には直接放射線が当たっていないことを伝えるだけで、不安が解消されることもあります。

健康診断の場合、主治医が不在のため、看護師のもとへ相談に来るまでに、インターネットなどで情報収集していることが良くあります。このような場合には、不安を持った方々に共通する精神行動として、「不安に賛同しているような記載のみを受け入れる」傾向があります。丁寧に時間をかけて説明しないと、聞く耳を持たない、聞いても理解できない、という現象に陥ってしまいます。

### 不安を作らないために日常必要な事柄



医療行為は、患者さんに対する侵襲行為を伴います。専門知識を有する医療従事者に対して、患者さんはそのような知識を持っていません。したがって、十分な事前説明が求められます。これは医療行為を行う前のマナーともいえます。医療法1条の4(医師など医療の担い手の義務)第2節「医師、歯科医師、薬剤師、看護師その他の医療の担い手は、医療を提供するに当たり、適切な説明を行い、医療を受ける者の理解を得るよう努めなければならない」とあるように医療の基本です。



放射線診療検査について看護師が説明する場合、患者さんは医師から、その必要性について事前に話を聞いています。最初は放射線の影響よりも、まず患者さんが知りたい検査による苦痛の有無、所要時間、予測される副作用、費用、検査後の注意事項を伝えてください。多くの施設で説明書を作成していますから、基本はそれに添って話すことが大切です。

ただ、患者さんが最も知りたいことは、検査で痛い思いや怖い思いをしないか、ということです。単純CT検査や核医学検査などのように侵襲性の少ない検査では、特にこの点を強調すると安心して緊張が解けます。

次に、なぜこの検査が必要なのかを患者さんが納得できるように、検査を受けることによるメリットを第一に説明します。例えばIVRによるステントグラフト挿入前のCT検査であれば、事前に血管情報を詳細に知ることにより、正確なグラフトの準備ができる、ぴったりフィットする人工血管が準備できる、などと具体的に話すとよいでしょう。CTの活用は特に目的が細分化されています。施設内で診療放射線技師や放射線科医と相談をして、検査目的ごとに説明するポイントをまとめるとスムーズにいくと思います。

また、この作業をすることで、普段患者さんへ直接説明する機会の少ない診療放射線技師のトレーニングにもなると考えています。目的を説明する時には撮影部位に関する説明も重要です。特に転移検索の場合、患者さんに目的がうまく伝わっていないと、無駄な検査をしたとの誤解を招いてしまいます。経過観察は繰り返し行いますから、腫瘍により転移しやすい場所に特徴があることを、看護師だけでなく医師からもきちんと伝えてもらう必要があります。

また、核医学検査の説明では、放射性物質を使うことをきちんと伝えておきましょう。主なトラブルの原因となるのは、「造影剤のような物」という説明です。CT の造影検査では患者さんに強い熱感を与えてしまうため、とても記憶に残ります。それで、注射をすると伝えると、また同じような思いをするのか？ という意味も含めて、「造影剤のような物を注射するのでしょうか？」と確認されることがあります。ここで「そんなような物」と答えると、放射性医薬品を用いるという部分の説明が飛び、後に「被ばくを伴う検査だとは思わなかつた」と、トラブルになる事例があります。

事故などで救急搬送され、事前説明が難しい場合は、検査直後にその必要性をもう一度説明しましょう。一刻を争い、妊娠の有無を十分に聞き取る前に撮影が終了することがあります。撮影時に子宮が大きくて妊娠を疑った時には、検査終了直後に確認をすることと、胎児への影響を心配する必要がないことを伝えてください。

特に撮影結果に異常がないことが判明した時には、CT 検査を受けたことでより安全な妊娠継続が確認できた、とメリットを強調して、不要な不安が生じないように配慮してください。

### 医療従事者の基本的理解

- a. 診断に必要な量の放射線・放射性物質を用いている。
- b. 小児では、体格に合わせて線量を調整している。
- c. 検査で用いる放射線（アイソトープを含む）では、頭痛や胸焼けなどの自覚症状は起こらない。
- d. 通常の放射線検査を受けても中絶を考慮する必要はない。
- e. 100 ミリシーベルト以下の被ばく線量では、人の発がん性への影響ははっきり検出できない。この微量な影響を検出することは不可能。

以上のような日常診療における説明は、主として医師と看護師の役割です。

しかし、看護師の説明を聞き漏らした場合や、その病院で何度も受診しているような患者さんは、受付の事務職員とも顔なじみで、気軽に質問される場合があります。患者さんからすれば、医療のことを知っているだろうと思って質問しているので、事務職員の立場の発言であっても、患者さんには医療知識がある人の発言と受け取られることがあるので、配慮が必要です。また、「私は事務職員ですからわかりません。医師へ聞いてください」では、教育が不十分な不親切な施設と受け取られてしまいます。

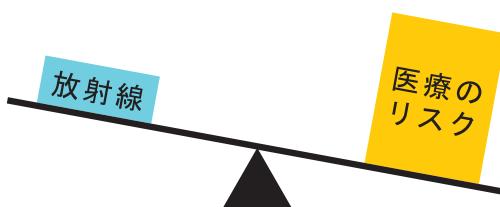
表にしたような医療従事者の基本的理解について、放射線診療に関する全スタッフの共通認識とした上で、不安を持つ患者さんがいたら「大丈夫だと思いますが、先生に（看護師さんに）聞いてみますね」と言ってもらうことが小さな不安の芽を摘む効果があります。事務職員が患者さんから質問を受けた場合には、医師や看護師にすぐ報告するようにルールを作つておきましょう。

### 放射線診療における看護師の役割のまとめ

- 患者さんが、最良の状態で（不安を取り除くことも含めて）検査や治療が実施できる環境や設備を提供する。
- 合併症を起こすことなく、検査・治療が安全に終了できるようにする。
- 緊急時の体制を整え、適切な対応を行う。
- 患者さんと医師・診療放射線技師との橋渡し役になる。

### 放射線診療の進歩がもたらしたもの

- 安全で精度の高い診断
- 病気の進行度の正確な診断
- 安全で精度の高い治療





# 付録

## 原発事故災害への対応

### ● 原発事故災害時の対応は核医学診療における安全管理に準じて行う

原発事故では、知識不足から多くの混乱が生じることがあります。しかし、医療人が第一に行うべきことは、治療の必要がある人への適切な対応です。

原発災害時の緊急医療というと、大量被ばく者への緊急被ばく医療を想像しますが、それは事故を起こした原発が制御される前の発電所内の作業者に限定されます。

原発制御前であっても、一般住民は、着衣や靴に付着した放射性物質を拭き取ったり、衣服を取り換えたりすれば放射性物質の付着は改善（除染終了）します。その後、通常の医療を行ってください。次の患者さんに放射性物質が付着しないように、核医学検査で用いるプラスチックろ紙やビニールで器具を覆い、診察台のろ紙などは患者さんごとに取り換えてください。薄い材質の物が販売されています。

2011年の原発事故でも、福島県からの受診者を他の患者さんが恐れるという事例が多発し、国民の間で区別や差別が生じ、多くの人が傷つきました。この過ちを繰り返さないように、看護師は毅然として、「通常の核医学診療でも放射性物質を利用しており、核医学診療を受けた患者さんと同様、安全に取り扱うことに病院のスタッフは慣れている」と明言してください。

また、そう言える環境整備と教育を平常時に行っておく必要があります。事故後、患者さんは親類などを頼り、日本中に移住しました。原発立地県以外でもこの取り組みは必要です。測定器を使ってサーベイをする訓練も、一度は経験してください。事故時は測定をして汚染していない、または除染が完了したことを伝えることが、患者さんや周りの人の安心につながります。

### ● 大量被ばくした可能性がある患者さんへの対応

大量被ばくした患者さんは専門の病院に搬送します。しかし、その前の応急処置は、搬送前に近くの病院で行う必要があります。また、多くの負傷者が出了場合にはトリアージュも必要になります。トリアージュの基準は1グレイの被ばくです。理由はこの被ばく線量は骨髄が抑制されるしきい線量より低く、この数値以下であれば特別な被ばく管理を必要としないためです。一過性にリンパ球が低下する場合がありますが、これは抗がん剤を利用した時におこる低下と同様に回復可能です。したがって、一般の病院で主病変のみに対

応すれば良いのです。

急性放射線症候群という命にかかる状態になるには、かならず図に示したような大量の被ばくが伴う場合に限られます。

また、その前駆症状が被ばく量により異なること、重篤な2グレイ以上の被ばくが予測された場合も、潜伏期間内に専門病院に搬送すれば良いということを覚えておけば冷静に対応できます。

表を見てください。1～2グレイの場合は、前駆症状らしきものは発生しないことがわかります。

前駆症状

	1-2Gy	2-4Gy	4-6Gy	6-8Gy	>8Gy
嘔吐	<50% 2h-	70- 90% 1-2h	100% -1h	100% -30min	100% -10min
下痢	(-)	(-)	<10% 3-8h mild	>10% 1-3h heavy	100% -1h heavy
意識	正常	正常	正常	軽度 混濁	20-50Gy 喪失
体温	正常	微熱	発熱	高熱	高熱

Gy (グレイ)

#### 急性放射線症候群

＜前駆期＞ 被ばく直後～48時間

＜潜伏期＞ 2～3日から3～4週

＜発症期＞ 線量に応じて

骨髄症候群 (1-2Gy以上)

胃腸症候群 (6-15Gy以上)

神経血管症候群 (20Gy以上)

＜回復期＞

1 Gy 以下は一般病室で管理可能

避難現場に看護師としてかかわることは極めてまれだと思いますが、以下の内容も知識として備えておくと良いでしょう。

原発事故の場合、放射性ヨウ素が多く空気中に放出される場合があります。これを吸引すると、ヨウ素ですから甲状腺に集中し、ほぼ甲状腺だけが被ばくします。これを防止するために甲状腺を

### 安定ヨウ素剤の服用効果

	投与時期	ブロック率	効果
被ばく前	4日前	5%	×
	3日前	22%	△
	1日前	92%	◎
被ばく後	2時間後	80%	○
	8時間後	40%	△
	1日後	7%	×

避難をしなければならない時に一番大切なことは、その避難の正当化を冷静に判断することです。混乱の中で情報を集めることは困難ですが、火事や地震による建物の倒壊がなく、家屋や病院が保たれていれば、屋内退避が一番の放射線防護となります。

放射性物質がまだ空気中に多く残る中を慌てて避難するよりも、非常食や水があれば1日または2日待って、被ばくの可能性が低減してから移動する方が住民の被ばく低減につながります。

ヨウ素過剰の状態にし、放射性ヨウ素をブロックする方法を取ります。しかし、その効力はほぼ1日です。また、優先順位としては若年者からです。年齢依存性が非常に高いことを覚えておいてください。ちなみに、2011年の中の原発事故で最大に被ばくしたと考えられている子どもの甲状腺の被ばくは50ミリグレイ以下に留まりました。

### 影響が認められる甲状腺の線量

mGy : ミリグレイ

被ばく時年齢	線量
5歳未満	50mGy
10~20歳未満	100mGy
20~40歳未満	1000mGy
40歳以上	影響なし

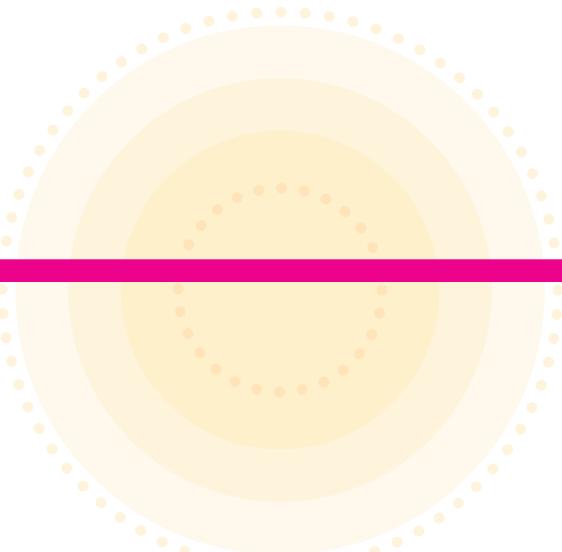
出典：公益財団法人 原子力安全研究協会（緊急被ばく医療研修会資料）

2011年の事故に巻き込まれた医療従事者の一番の後悔は、被ばく回避を最優先にしたこと、無理に患者さんや高齢者を移動させたことによる震災関連死です。混乱の中で人命救助を最優先に皆が頑張った結果は誰にも非難できません。しかし、平常時の今こそ地域の病院の看護師も防災計画作成に興味を持ち、行政と協力して最良の避難プランの作成に尽力して欲しいと思います。

# 索引

単純エックス線検査	4, 5, 6, 7, 10, 11, 49
安全	4, 5, 6, 7
透視検査	4, 5, 6, 7, 11, 15, 24, 42, 44, 45, 46
被ばく	44, 46
CT検査	4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 40, 46, 48, 49, 50 51, 52
原理	7
副作用	8, 24, 25, 30
ペースメーカー	8, 24, 25
ヨード造影剤	8, 25, 26, 30
アレルギー	8, 24, 25
経口糖尿病薬	8, 24
造影剤腎症	25, 26
被ばく	26, 27, 46
MR検査	4, 9, 22, 28, 29, 30
原理	9
副作用	9, 30
ガドリニウム造影剤	9, 28, 30
電磁石対策	4, 9, 28
超音波検査	4, 10, 24
核医学検査	4, 10, 11, 12, 18, 22, 31, 36, 37, 38, 49, 51, 52, 54
原理	10
負荷検査	12, 31
センチネルリンパ節シンチグラフィ	13
I V R	4, 5, 14, 15, 16, 20, 32, 33, 34, 42, 44, 45, 51
適応	14
安全	32, 34, 45
治療後の対応	16
皮膚障害	15, 16, 32, 33, 34
被ばく	33, 34, 44, 45
放射線外照射	4, 14, 16, 17, 18, 20, 35
治療後の対応	18
副作用	17, 18
放射線内照射	14, 18, 19, 20

看護師の役割	19, 20, 22, 23, 52
医療安全	6, 8, 9, 19, 21, 22, 23, 27, 34, 50
タイムアウト	23
医療事故	21, 22
被ばく管理	26, 54
ベクレル	35, 36, 38
グレイ	34, 35, 41, 45, 54, 55
シーベルト	27, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 46, 47, 49, 52
半減期	31, 37, 38
しきい線量	21, 33, 38, 40, 54
遺伝的影響	39
胎児影響	40, 52
細胞影響	40
線量限度	42, 43, 47
個人線量計	42, 43
ポータブル撮影	22, 44
防護用具	44
皮膚がん	13, 45
管理区域	47
内部被ばく	42, 49
放射線不安	49
患者さんへの対応	49, 54
トリアージュ	54
原発事故	37, 54, 55
安定ヨウ素剤	55



## おわりに

現在、放射線診療は患者さんのためになくてはならない医療です。診断や治療の装置は毎年のように高精度となり、IVR の手技も進歩しています。以前、私が勤めていた病院で、放射線診療の現場を見学された総師長の方が「こんなにも高度な診療の現場に看護師がいないのはおかしい。今まで以上に積極的に関わります」と判断されました。

最近の医療は多くの専門職が患者さんとともにチームを組まなければ、高度な質を保つことはできません。国際的には、看護師や薬剤師など職種を問わず、放射線診療に関わるすべての医療職に放射線と放射線防護の教育を義務付けています。放射線に関する知識が身につければ、みなさんが安全に働くだけでなく、患者さんの放射線による副作用の回避や診療内容への不安にも対応できます。放射線診療はどの診療科の看護師も関わります。初めて学ぶことを身につけることは大変ですが、必ず明日からの看護に役立つと思います。患者さんにやさしい放射線診療がますます発展するように一緒に頑張りましょう。

学校法人 島津学園 京都医療科学大学  
大野 和子

# 監修協力者

京都医療科学大学 遠藤 啓吾  
自治医科大学 RI センター 菊地 透  
イメージ・コミュニケーション株式会社 奥山 智緒  
京都大学医学部付属病院 放射線治療科 吉村 通央  
中央放射線部 東村 享治 小泉 幸司 榎 直美  
看護部 浅田 裕美



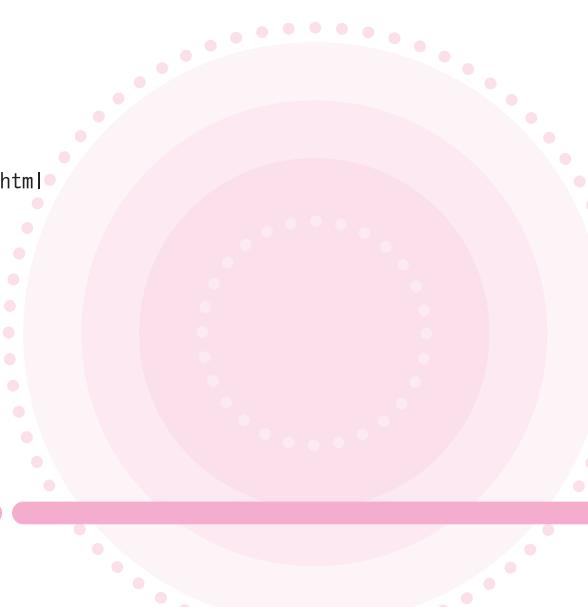
## 参考資料

—さらに詳しく学びたい方は以下の参考資料をご覧ください—

1. 『医療放射線防護の常識・非常識』  
大野 和子・粟井 一夫  
発行：株式会社インナービジョン
2. 『腎障害患者におけるヨード造影剤使用に関するガイドライン 2012』  
編著者 社団法人日本腎臓学会・公益社団法人日本医学放射線学会・社団法人日本循環器学会  
発行：株式会社東京医学社
3. 『ブックレット・シリーズ 3  
IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン－Q&A と解説－』  
発行：医療放射線防護連絡協議会
4. 『Q&A 核医学検査』  
発行：一般財団法人 日本核医学会
5. 公益社団法人 日本看護協会 医療看護安全情報  
<http://www.nurse.or.jp/nursing/practice/anzen/anzenjoho.html>



平成 24 年度～平成 26 年度  
科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）  
研究課題名 『マンガで伝える放射線影響』  
研究代表者：大野 和子





## 看護師のための放射線科入門

～放射線について学びましょう～

2015年3月 第1版 第1刷 発行  
2016年4月 第2版 第1刷 発行



### 著者

大野 和子 (学校法人 島津学園 京都医療科学大学)

### マンガ

高橋 玲香

### 編集・制作

京都精華大学(京都国際マンガミュージアム)事業推進室



### 発行

学校法人 島津学園 京都医療科学大学

〒622-0041

京都府南丹市園部町小山東町今北 1-3

TEL : 0771-63-0066 FAX : 0771-63-0189

<http://www.kyoto-msc.jp>



(C) 学校法人 島津学園 京都医療科学大学

※本書の無断複製・転写・転載は著作権法上での例外を除き、お断り申し上げます。