

埼玉県内の核医学治療の現状

日本放射線公衆安全学会 諸澄 邦彦

1. はじめに

令和3年8月19日に「放射性医薬品を投与された患者の退出等について」(医政地発0819第1号)と題する厚生労働省医政局地域医療計画課長通知(以下「医政地発0819通知」)が発出された¹⁾。従来は、医療法施行規則第30条の15、また「放射性医薬品を投与された患者の退出について」(平成10年6月30日付け医薬安発第70号厚生省医薬安全局安全対策課長通知 以下、「医薬安発第70号通知」)²⁾に基づき放射線管理を行って来たが、核医学治療(RI内用療法)の発展に対応できるように内容が見直された通知である。

核医学治療以外の放射線治療では外部照射や組織内照射が行われている。放射線治療は増殖のために分裂する細胞の能力を破壊するため、放射線を照射されると健康な細胞も腫瘍細胞と同様に(それぞれの細胞特性を利用し、健康な細胞への影響は最小化しているが)破壊される。外部照射の標準的な治療では、1週間に5日間照射され、それが5~7週間続けられる。組織内照射では、イリジウム-192による多分割照射やヨード-125のシードを用いた永久刺入法などが行われている。それに対して核医学治療はRI内用療法とも言われ、古くは1940年代から用いられて来たヨウ化ナトリウム(I-131)カプセルを内服するなど、放射性医薬品を体内に投与する放射線治療である(図1)。

しかし、「RI内用療法」の実施は限られたものとなっており、慢性的な入院待ちとなっている。「RI内用療法」を専用の病室で行うように制限しているのは、医療法施行規則第30条の15の「患者の入院制限」規定である。

RI内用療法を専用で受ける放射線治療病室



図1：RI内用療法を専用で行う放射線治療病室

医療法施行規則第30条の15「患者の入院制限」

病院又は診療所の管理者は、診療用放射線照射装置若しくは診療用放射線照射器具を持続的に体内に挿入して治療を受けている患者又は診療用放射性同位元素若しくは陽電子断層撮影診療用放射性同位元素により治療を受けている患者を放射線治療病室以外の病室に入院させてはならない。ただし、適切な防護措置及び汚染防止措置を講じた場合にあっては、この限りでない。

この放射性医薬品などにより治療を受けている患者の入院については、他の患者や放射線診療従事者などの放射線防護の観点から、原則、放射線治療病室に入院することとされている。そして、放射性医薬品を投与された患者が医療施設より退出・帰宅する場合、公衆および自発的に患者を介護する家族などが患者からの放射線を受けることになり、その安全性に配慮する必要がある³⁾。医政地発0819通知は、医療法施行規則第30条の15の「患者の入院制限」規定のただし書きに基づく特別な措置を講じた病室の入院について、これまで緊急時などの場合に使用されてきたのを、「・・・同項ただし書きに基づき、適切な防護措置及び汚染防止措置を講じた場合には、一般病室等に入院させることも可能・・・」としており、考え方を明示することで実質的には規制が緩和されている。

今回の医政地発0819通知は、ルテチウムオキソドトロチド (Lu-177) の使用を念頭に置いた通知であり、適切な防護措置および汚染防止措置の具体的な内容については「医療放射線の適正管理に関する検討会」(令和3年6月24日開催)でも関係者間で議論され、関係学会で作成されたガイドラインを踏まえた適切な対応を医療現場に期待したものである⁴⁾。

2. 埼玉県内の放射線治療の現況

放射線治療は照射方法の違いによって大きく2種類に分けられる。外部照射と小線源治療であり、リニアックを用いた外部照射は、コンピュータの進歩によりIMRT(強度変調放射線治療)など革新的な発展を遂げている⁵⁾。

一方、体内に放射線源を入れ内部からがんを放射線を直接照射する小線源治療の現状はどうか。畑中星吾などの調査(2020年)では、埼玉県内における小線源治療は、高・低線量率のどちらも実施している施設は2施設、高線量率のみ実施は2施設、低線量率のみ実施は2施設、未実施は16施設であった⁶⁾。

高線量率治療の実際の照射ではRALS(Remoto After Loading System)が用いられている。使用されるガンマ線源は高線量率治療ではイリジウム-192であり、この方法は、外部照射よりも集中的にがん病巣に照射できること、治療期間が短くて済むことなど大きなメリットがあるが、2021年10月1日現在の小線源治療装置設置施設名簿を見ると、埼玉県内の高線量率(HDR)治療装置の設置は4施設に留まっている⁷⁾。

小線源治療には、子宮腔などの管腔内に放射線源を入れて治療する腔内照射だけでなく、前立腺がんや舌がんなどに対し、その組織に直接針を刺し線源を入れて照射する組織内照射がある。このような小線源治療には短期間に数回の比較的多い線量かける腔内照射による高線量率治療と、線源を永久的に埋め込んで治療する組織内照射による低線量率治療がある。低線量率治療ではヨウ素-125シード線源永久挿入による前立腺がん密封小線源療法が、早期前立腺がんに対する治療選

択肢のひとつとなっている。こちらも2007年8月25日時点、県内で実施していたのは3施設であり、2021年12月時点でも4施設に留まっている。新たに治療を開始する施設が少ないのは、ロボット支援前立腺全摘術が増加しているためとの分析もある⁸⁾。

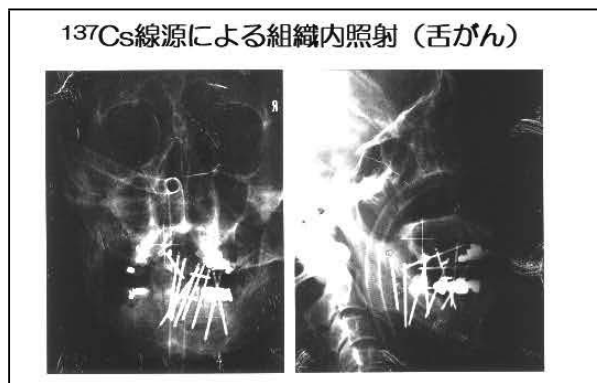


図2 組織内照射の一例

舌がんに対しては、舌の一部を切除する外科手術が施行される例が多いが、味覚が損なわれ、涎が続くなど手術後のQOL(生活の質)の低下は避けられない。Cs-137針を舌の腫瘍部に刺入するのは、一見すると痛々しいものにも見えるが、麻酔下で行われるので痛みを伴わず、その治療効果には目を見張るものがある(図2)。

また病巣に直接刺入した針を抜けないように絹糸で固定して連続照射するので、舌がんの場合は5~7日間程度の入院が必要となる。

Cs-137針の糸通しと滅菌、そして腫瘍部位へ針を刺す術者の手指の放射線被ばくは避けられない。また過去には小線源紛失事故も報告されているので、これら一連の行為における放射線管理も重要であるのは言うまでもない。

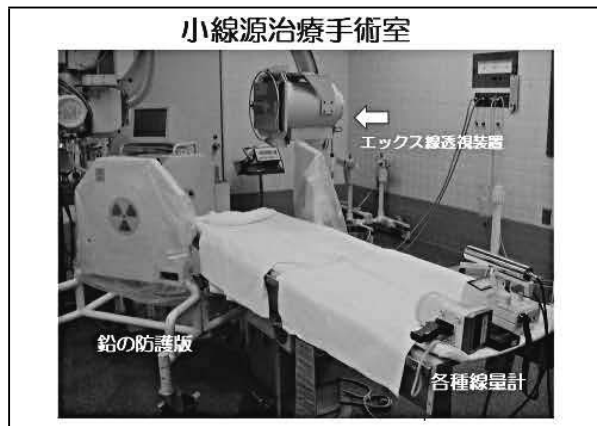


図3 小線源治療手術室

3. 国内で利用可能な核医学治療とその課題

わが国で保険診療として行われているRI内用療法は、2022年3月末時点でも限られている(表1)。

表1 日本で利用可能な核医学治療

日本で利用可能な核医学治療	
・甲状腺疾患 ⇒ 1940年代から実施	ヨウ化ナトリウム (I-131) カプセル
・骨転移疼痛(緩和治療) ⇒ 2007年承認	塩化ストロンチウム (Sr-89) 「メタストロン」
・悪性リンパ腫 ⇒ 2008年承認	イットリウム (Y-90) 静注用セット (インジウム (In-111) も利用) 「ゼバリン」
・骨転移を有する去勢抵抗性前立腺がん ⇒ 2016年承認	塩化ラジウム (Ra-223) 「ゾーフィゴ」
・ソマトスタチン受容体陽性の神経内分泌腫瘍 ⇒ 2021年承認	ルテチウムオキシドトレオチド (Lu-177) 「ルタテラ」

1940年代から実施されているヨウ化ナトリウム (I-131) を内服する甲状腺がんに対する治療は、医療法施行規則の「患者の入院制限」により放射線治療病室が必要となる。この施設基準だけでなく、2003 (平成15) 年に導入されたDPC (Diagnosis Procedure Combination: 診断群分類) では放射性医薬品カプセルの薬価が薬剤費に包括されたことにより、核医学治療から撤退する病院が続いた。さらに2004 (平成16) 年には独立行政法人制度の導入により、不採算部門であるRI治療病室を廃止する国立大学病院もあり、2021 (令和3) 年時点で埼玉県内では2施設にまで減少した⁹⁾。

また、がんの骨転移による疼痛に対する治療薬として2007年に承認されたメタストロン (Sr-89) は、製造上の問題により2019年2月で廃止となった。さらにゼバリンインジウム (In-111) とゼバリンイットリウム (Y-90) 静注セットも、イブリツモマブ (抗体) 原薬の製造に支障が生じ、2020年9月現在供給停止となり、供給再開までに年単位の時間を要するとのことである¹⁰⁾。

一方、骨転移のある去勢抵抗性前立腺がんに対する塩化ラジウム (Ra-223) は、国内で「ゾーフィゴ」として2016 (平成28) 年に保険承認 (1回684,930円) された。この薬剤は、国内で初

めてのα線放出RI内用療法薬であり、これまで整備されていなかったアルファ線放出製剤に対応した被ばく管理マニュアルが、関連学会により実施要綱「適正使用マニュアル」として策定され、それに従った治療が行われている¹¹⁾。この薬剤は入院の必要がなく、外来治療が可能であるメリットは大きい。前立腺がんの放射線治療 (Ra-223) を相談できる病院として、埼玉県内では10施設が検索できる。ただ原料であるアクチニウム (Ac-227) は、核燃料物質であるトリウムを原料として原子炉で製造する必要があるため、国際的な輸出入規制があり、国内自給が困難な輸入製剤である点が課題として残る。

そして今回のルテチウムオキシドトレオチド (Lu-177) は、2021 (令和3) 年6月23日に薬事承認、同年8月12日に薬価収載され、次期診療報酬改定までの間は包括評価の対象外とし、出来高算定 (2,648,153円/回) となっている。薬事承認に伴い発出された医政地発0819通知は、別添の「放射性医薬品を投与された患者の退出に関する指針」と併せて、「特別な措置を講じた病室に係る基準、管理・運用及び行動規範に関するマニュアル」が厚生労働省から発出されている⁴⁾。また、日本アイソトープ協会では、安全取扱講習会を開催している¹²⁾。

核医学治療は、患者の延命のみならず、生活の質 (QOL) も向上に大きく寄与するものである。そして核医学治療の実施に当たり、放射性医薬品を投与された患者が医療機関より退出・帰宅する場合、公衆および自発的に患者を介護する家族等が患者からの放射線を受けることになるので、その安全性に配慮する必要がある。

4. 核医学治療に求められる安全管理

核医学治療の導入と実施にあたり、実施病院などの医師、放射性医薬品の取り扱いおよび放射線安全管理などに携わる診療放射線技師ならびに患者の看護などに携わる看護師など医療関係者によるチーム医療による組織的取り組みが必要である。

4-1 医療法に基づく届出等に係る手続き

核医学治療を実施する病院などは、医療法施行規則第30条の8、同第30条の9および同第30条の11に規定する使用室の構造設備などが、同第30条の13～第30条の26に規定する基準に適合していなければならない。通常の核医学検査を実施している病院であれば、新たに核医学治療に用いる放射性医薬品について医療法施行規則第24条第8号に基づいた届出などに係る手続きを行う必要がある。

ヨウ化ナトリウム (I-131) を内服する甲状腺がんに対する治療では、同規則第30条の12に規定する放射線治療病室への入院が必要になる。一方、ルテチウムオキシドトレオチド (Lu-177) の場合は、放射線治療病室ではなく、同規則第30条の15のただし書きに規定されている「適切な防護措置及び汚染防止措置」を講じた病室（以下、特別な措置を講じた病室）を使用する場合には、当該病室の要件、基準及び患者の入院中における管理・運用を定める必要がある。

4-2 特別な措置を講じた病室の要件⁴⁾

医政地発0819通知に定める退出に係る基準を満たすまで、投与患者を特別な措置を講じた病室に入院させる場合、当該病室は以下の要件を満たしている必要がある。

- 1) 当該病室以外に入院している患者が被ばくする実効線量が3月間につき1.3ミリシーベルトを超えないこと（医療被ばくを除く）。また、必要に応じて、遮へい物を設ける等の措置を講じていること。
- 2) 当該病室を一時的な管理区域に設定すること。
- 3) 当該病室における表面汚染密度は、核種ごとに医療法施行規則別表第5に掲げる密度を超えないこと。
- 4) 当該病室は、トイレが設置された個室であること。
- 5) 当該病室に汚染拡大を防止するために適切な措置を講じていること。
- 6) 当該病室の出入口付近の目につきやすい場所に、関係する医療従事者以外の人がみだりに立ち入らないための注意事項を掲げる等の措置を講じていること。

- 7) 投与患者からの医療従事者の被ばく低減のため、当該病室内の出入口付近に、食事や薬剤等の受け渡し等に利用できるテーブル等を用意すること。
- 8) オムツや導尿カテーテル等を使用している投与患者においては、これらを当該病室内で適切に保管しておくための措置を講じていること。

4-3 特別な措置を講じた病室の汚染防止措置⁴⁾

放射線安全管理などに携わる診療放射線技師と患者の看護・介助などに携わる看護師は、投与患者を当該病室に入院させる前に、当該病室に以下のような汚染防止措置を講じておく。

- 1) 床・壁などのうち、投与患者の尿等によって汚染されるおそれのある場所をあらかじめ吸水性ポリエチレンシートでカバーしておく。
- 2) 当該病室内に放射性同位元素による汚染の検査に必要なGM計数管式サーベイメータなどの放射線測定器を備えておくこと。可能であれば、当該病室の出入口付近に設置しておくこと。
- 3) 当該病室において放射性同位元素の除染に必要な器材をあらかじめ準備しておくこと。それらの器材は、当該病室の出入口付近に設置しておくこと。
- 4) 当該病室内で投与患者が使用するスリッパ又は運動靴を準備しておくこと。
- 5) オムツや導尿カテーテル等を使用している投与患者に対しては、患者の状態から、通常のシーツの代わりにビニール製シーツの使用を考慮すること。

4-4 特別な措置を講じた病室における投与患者への対応

当該病室に入院中の投与患者への対応は、原則として、当該診療用放射性同位元素を用いた核医学治療に関する教育研修を受けた医療従事者が実施するのが望ましい。医療従事者などの被ばくを低減させるため、投与患者との接触は、医療上または介護上必要な場合に限定し、可能な限り短時間かつ距離をとって対応する必要がある。

例えば、ルテチウムオキシドトレオチド (Lu-177) 注射液を用いた国内臨床試験のデータによると、本剤投与終了4時間後の投与患者の体表面

から1メートルの距離における1cm線量当量率の平均値は $21.1 \mu\text{Sv/hr}$ であり、投与患者から1m離れた位置で30分かけて説明を行った場合、この間の医療従事者の被ばく線量は約 $8.7 \mu\text{Sv}$ と試算されている。また、当該病室に入院している患者対応として、投与患者から2m離れた位置で1回10分間、1日5回接した場合、医療従事者の被ばく線量は約 $3.6 \mu\text{Sv/日}$ と試算され、1mの距離で接した場合は約 $14 \mu\text{Sv/日}$ と報告されている⁴⁾。従って、本剤を投与された患者と接する場合は、作業時間を短く、線源との距離をとり、遮へいを設ける（外部被ばく防護の3原則）ことにより被ばく軽減に努めなければならない。

4-5 核医学治療に係る放射線安全管理責任者の指名と役割

核医学治療を実施する病院などの管理者は、放射線安全管理研修会において、本治療に係る放射線安全管理の専門知識を取得したと「認定」された医師の中から放射線安全管理責任者を指名する必要がある。当該放射線安全管理責任者は、本治療の指揮・監督に当たり、本治療に携わる医師などの関係者に対する教育研修の実施を指揮しなければならない。さらに病院などの管理者は、放射線安全管理研修会において、本治療に係る放射線安全管理の専門知識を取得したと「認定」された診療放射線技師または看護師等の中から、病院などの状況に応じて放射線安全管理担当者を1人以上指名することが望ましい。

5. ルテチウムオキシドトレオチド (Lu-177) 投与後の注意点

ルテチウムオキシドトレオチド (Lu-177) の場合は、放射線治療病室ではなく「特別な措置を講じた病室」への入院は可能となったが、本剤は投与後、体液（主に血液）、尿および糞便に微量の放射性物質が存在する可能性がある。特に腫瘍に取り込まれなかった本剤のほとんどは腎・尿路系から排泄され、投与後48時間後までは比較的高レベルの放射能が尿中に検出されることが報告されている¹³⁾。

それを受けて厚生労働省の「病室マニュアル」では、主に腎排泄により速やかに尿中排泄される診療用放射性同位元素にあつては、退出に係る基準に満たすまでの期間、当該病室に入院している投与患者の排泄などに関しては、以下のような対応を求めている⁴⁾。

- 1) 投与患者の糞便は、当該病室内のトイレに流すことができる。
- 2) 投与患者の排尿は、患者の状態及び医療機関の設備等を考慮した上で、管理区域内のトイレ、医療法施行規則第30条の11第1項第2号の規定により設ける排水設備に連結する措置を行った当該病室内のトイレ、当該病室内に一時的に設置した簡易トイレ又は蓄尿等により行う。
- 3) 当該病室内に一時的に設置した簡易トイレや蓄尿容器（排尿容器を介して蓄尿させる場合は排尿容器についても）の周辺を吸水性ポリエチレンシートで覆う等、十分な汚染防止措置を講じておくこと。
- 4) 簡易トイレや蓄尿容器の周辺に鉛遮へい体を置く等、特に、隣室に対する放射線防護措置を講じて置くことが望ましい。
- 5) 投与患者の血液等の体液、排泄物又は嘔吐物等に手や皮膚が触れた場合は、触れた箇所を直ちに石けんで洗い、十分すすぐこと。

上記2)の項目で求めている「管理区域内のトイレ、医療法施行規則第30条の11第1項第2号の規定により設ける排水設備に連結する措置を行った当該病室内のトイレ、当該病室内に一時的に設置した簡易トイレ又は蓄尿等により行う」の記述が、特別な措置を講じた病室の管理・運用で注意しなければならない点である。

投与患者の排尿を蓄尿した容器を、吸水性ポリエチレンシートで覆うなど、十分な汚染防止措置を講じた台車に乗せて管理区域内のトイレまで運搬する対応などを困難視する声がある。現場で、負担なく安全に実施する方策を模索する必要があるのではないだろうか。一方、固形状の廃棄物に関しては、医療法施行規則第30条の12に規定する放射線治療病室の廃棄物管理と同様な管理を行えば良いとの指摘もある（図4参照）。現場の放射線管理を無理が生じないように実施できそうだ

ろうか。

患者の排泄物の処理が放射線管理上の課題となっている。当該病室のトイレに排泄せず線源となる蓄尿容器を使用する場合は、病室内で遮へいが必要になるだけでなく、運搬する看護師の被ばく線量が増える以外に、重量物取り扱いの配慮も必要となる。管理区域内の放射性排水設備を介した場合、当該病室内のトイレを介して医療機関全体の公共下水への排水を評価した報告などを参考に、各施設で最適な放射線管理を検討する必要がある¹⁴⁾。

核医学治療患者の放射線管理

・約1週間経過後治療室からの退出基準
距離1mで30 μ Sv/時間



外部線量率を記載した排出物 種類別に分別した医療廃棄物

図4 核医学治療患者の放射線管理

当該診療用放射性同位元素の退出基準を満たしていることを確認した後、投与患者の退出および当該病室の指定解除に関する記録を作成・保管する。なお、放射性医薬品を投与された患者が医療施設より退出・帰宅する場合、公衆および自発的に患者を介護する家族などが患者からの放射線を受けることになり、その安全性に配慮する必要がある。公衆および介護者について抑制すべき線量の基準を、公衆については、1年間につき1mSv、介護者については、患者および介護者の双方に便益があることを考慮して1件あたり5mSvとして退出基準が定められている。具体的には、①投与量に基づく退出基準、②測定線量率に基づく退出基準、③患者ごとの積算線量計算に基づく退出基準がある。

6. 放射線治療病室管理加算の見直し

2018年の診療報酬改定の画像診断分野でのトピックは、「画像診断管理加算3」（300点）の新

設だった。放射線治療においても、放射性同位元素内用療法管理料における骨転移のある去勢抵抗性前立腺がんに対するもの（2,630点）の新設があった。

2020年の診療報酬改定では、密封小線源治療の腔内照射の高線量率イリジウム照射の点数が10,000点から12,000点に、併せて画像誘導密封小線源治療加算で300点から1,200点に増点された。放射性同位元素内用療法管理料の1から4の項目は、放射性同位元素内用療法を行い、かつ計画的に治療を行った場合、月1回に限り算定できるもので、5については放射性同位元素を投与した日に限り算定できる（表2）。

表2 放射性同位元素内用療法管理料

放射性同位元素内用療法管理料		
1	甲状腺がんに対するもの 甲状腺分化がん又は甲状腺がんの転移の治療	1,390点
2	甲状腺機能亢進症に対するもの	1,390点
3	固形癌骨転移による疼痛に対するもの 固形癌骨転移に疼痛を有する患者	1,700点
4	B細胞性ホジキンリンパ腫に対するもの 低悪性度B細胞性非ホジキンリンパ腫又はマントル細胞リンパ腫	3,000点
5	骨転移のある去勢抵抗性前立腺がんに対するもの 去勢抵抗性前立腺がんて骨シンチグラフィ等で骨転移が認められる	2,630点

放射性同位元素内用療法管理料は、非密封放射性同位元素の内用療法を受けている患者の継続的な管理を評価するもので、患者に対し放射性同位元素内用療法の内容について説明・指導した場合に算定できるものである。

2022年の診療報酬改定では、算定要件に厚生労働大臣が定める施設基準に適合しているものとして保険医療機関が地方厚生局長などに届け出た病室において、治療上の必要があつて放射線治療病室管理が行われた入院患者について、所定点数に加算できるようになった（表3）。

放射線治療病室管理加算についての要件および評価が見直されたのは、2021年に承認されたルテチウムオキソドトロチド（Lu-177）の薬事承認に留まらず、質の高い放射線内用療法の提供を推進する観点から今後が期待される。

表3 放射線治療病室管理加算の見直し

放射線治療病室管理加算の見直し	
改定案	現行
放射線治療病室管理加算 (1日につき)	放射線治療病室管理加算 (1日につき) 2,500点
1 治療用放射性同位元素による治療の場合 6,370点	(新設)
2 密封小線源による治療の場合 2,200点	(新設)

7. まとめ

現在国内では、甲状腺がんのI-131治療、有痛性骨転移に対するSr-90疼痛緩和療法、B細胞性リンパ腫に対するY-90放射性免疫療法、去勢抵抗性前立腺がんの骨転移治療のRa-223に加えて、悪性神経内分泌腫瘍に対するLu-177の内用療法が可能である。最近、前立腺がんPMSA (prostate specific membrane antigen) に対する内用療法の報告がある。Ra-223は骨転移部位のみがターゲットで、多臓器転移を有する患者には適用されないが、PMSAに対する内用療法では多臓器転移患者も対象となる¹⁵⁾。

一般的に放射線治療病室の採算性は良くない上に、2003年DPC導入と2004年国立大学の独立行政法人化により放射性同位元素内用療法の入院ベッド廃止が相次いだ。その後、診療報酬制度の甲状腺がんに対するDPCの評価は2010年に一部改善され、「放射線治療病室管理加算」の点数が1日あたり500点から2500点に増点、また「放射性同位元素内用療法管理料」の点数が甲状腺がんに関しては月1回あたり500点から1,390点に増点された。しかし、投与薬剤である放射性ヨウ素の薬価の取り扱いも曖昧である。その理由が、医科診療報酬点数表の第12部「放射線治療」の項目には他の項目では設定されている薬剤料の節がないことが原因のひとつであると考えられる。今回のルテチウムオキソドトロチド (Lu-177) の薬事承認と薬価収載に併せて、放射性同位元素内用療法の適切な評価が望まれる¹⁶⁾。

またβ核種であるI-131、Lu-177の他、より

治療効果の期待できるα核種のアスタチン (At-221) やビスマス (Bi-213) などの放射性同位元素内用療法への活用も期待される。α線は高LETであるが、組織内の飛程は50~100μm程度とβ線 (飛程数mm) と比べて非常に短く、隣接する数個の細胞に対してのみ放射線による障害を与えることができる。

国内において放射性同位元素内用療法が広がらなかったのは、放射線管理の煩雑さと診療報酬の低さが原因であったと考える。今回の医政地発0819通知により、適切な防護措置および汚染防止措置を講じた場合には、一般病室などに入院させることも可能となり、今後の放射性同位元素内用療法の発展に繋がると考える。

本稿は、国立保健医療科学院の「令和3年度医療放射線の適正管理に関する研修」で行った講義「埼玉県の核医学治療の現状」に加筆した。研修に参加された受講生からいただいた臨床現場からのご意見と、ご指導いただいた国立保健医療科学院生活環境研究部上席主任研究官山口一郎先生に感謝します。

●参考文献

- 1) 厚生労働省医政局地域医療計画課長：放射性医薬品を投与された患者の退出等について（医政地発0819第1号 令和3年8月19日）
- 2) 厚生省医薬安全局安全対策課長：放射性医薬品を投与された患者の退出について（平成10年6月30日 医薬安第70号）
- 3) 山口一郎監修：診療用放射線事務手続き・安全管理・日常点検、135-140、医療科学社、2019。
- 4) 日本医学放射線学会他：特別な措置を講じた病室に係る基準、管理・運用及び行動規範に関するマニュアル、2021年8月18日。
- 5) 装置運用視点から考える最新放射線治療：月刊新医療、No.564,21-61,2021。
- 6) 畑中星吾・轟圭介・新保宗史等：埼玉県内における放射線治療現場の状況把握のためのアンケート調査報告、日本診療放射線技師会誌、2021,vol.68,no.822,46-53。
- 7) 小線源治療装置設置施設名簿：月刊新医療、No.566,116,2021。

- 8) 斉藤史郎・矢木康人・西山徹等：放射線治療 Brachytherapy (小線源治療)、Japanese Journal of Endourology,28,207-214,2015.
- 9) 甲状腺癌 入院及び外来アブレーション受け入れ可能施設：<https://oncology.jsnm.org/iodine/list/thyroid>
- 10) ムンディファーム株式会社：ゼバリニンインジウム (^{111}In) およびゼバリニンイットリウム (^{90}Y) 静注セット供給停止の延長について (令和3年9月)
- 11) 日本医学放射線学会等：塩化ラジウム (Ra-223) 注射液を用いる内用療法適正使用マニュアル 第一版、2017。
- 12) アイソトープ協会：アイソトープ内用療法講習会、<https://jriar-rnt-seminar.jp/public/about.html>
- 13) 細野眞等：平成27年度厚生労働科学研究費補助金 (地域医療基盤開発推進研究事業) 医療における放射線防護と関連法令整備に関する研究 (H26-医療-一般-019) 分担研究報告書
- 14) 山口一郎・成田浩人・細野眞：核医学治療施設での公共下水への排水の放流時の放射性濃度評価法、令和3年度放射線安全取扱部会年次大会、2021年10月29日
- 15) 絹谷清剛：がんに対する内用療法 (内照射療法) の国際的状況、JASTRO_NEWSLETTER_119.indb
- 16) 厚生労働省ホームページ：令和4年度診療報酬改定について (mhlw.go.jp)