

第3章

汚染や被ばくを伴った患者の診療

衣笠 達也

この章では、汚染や被ばくを伴った患者の診療を行うときに理解しておきたい項目、すなわち 緊急被ばく医療の特徴、診療に役立つ被ばく医療の基礎知識、緊急被ばく医療を実施するために準備すべきこと、患者の診療依頼を受けてから処置をすませるまでの手順と要点、入院時の注意点などを説明する。

1. 緊急被ばく医療の特徴

緊急被ばく医療と通常の救急医療との最も際立った相違点は、放射性物質による汚染への対応と被ばくによる障害の程度の評価、予測である。

緊急被ばく医療になじみの少ない医療関係者にとつとまどう点は、汚染を伴った患者の処置方法であり、また被ばくや汚染を伴った患者が、放射線をどの程度被ばくしたのか、あるいは放射性物質を体内にどのくらい摂取したのかなどの評価の具体的な方法や手順である。

汚染対応および放射線障害の特徴と障害の評価、予測についての基本的な考え方を以下に示す。

1) 汚染対応について

体表面および衣服などに放射性物質を付着し、あるいは体内にそれらを取り込んで来た患者を、緊急被ばく医療では汚染患者と言う。放射性物質による汚染を伴う患者を診療する場合考慮すべき点は、

1. 汚染による患者への影響の評価。
2. 汚染患者の診療にかかわる医療関係者の被ばく量の評価。
3. 汚染の拡大防止および除染。

である。

汚染による患者への影響の評価は、汚染の原因とな

っている放射性物質の種類と量から被ばく量を推定することにより行う。

医療関係者が受ける被ばく量の評価は、個人線量計を装着することによってリアルタイムで行える。ただし、汚染した患者を診療したことにより医療関係者が有意の被ばく、つまり医療関係者が検査を必要としたことや治療を行わなければならなかったことは、世界的にもいまだかつてない。

全身状態が安定していれば、まず脱衣を含めた除染を行うことにより患者および医療関係者の被ばく量は大きく低減される。したがって緊急被ばく医療では、汚染の拡大防止や除染の意義は、放射線障害の発生という医学的な問題より、主として周辺の人々の不安を助長しないためや、人々の不安に基づく風評被害の防止にある。

2) 放射線障害の特徴および障害の程度の評価、予測について

被ばくによる放射線障害の特徴は、急性症状が出てくるまでに日数、時間を要する点である。また、除染を行わないで放射性物質が体表面、体内臓器などに付着または沈着していると、その周辺の臓器や組織を被ばくし続ける。

障害発生の程度や確率は、被ばくした線量に依存する。このため、放射線による被ばくの障害を予測するには、どのくらい被ばくしたかを線量評価しなければならない。被ばく線量を評価するためには、

1. 初期の線量評価は臨床レベルで大まかに行う。
2. 線量評価の方法とその概要およびそれぞれの評価方法の特徴を理解する。
3. 線量測定、評価は専門家に依頼する。そのため、専門家への連絡ルートを確立し、血液、鼻スミアなどの

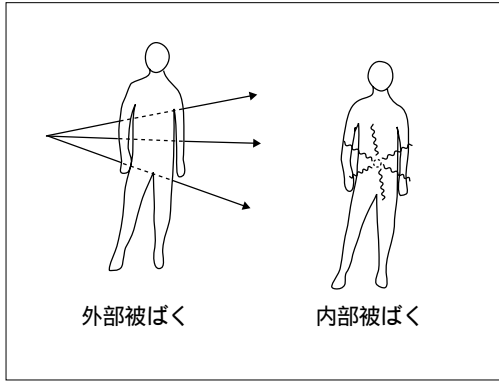


図1 被ばくの形式

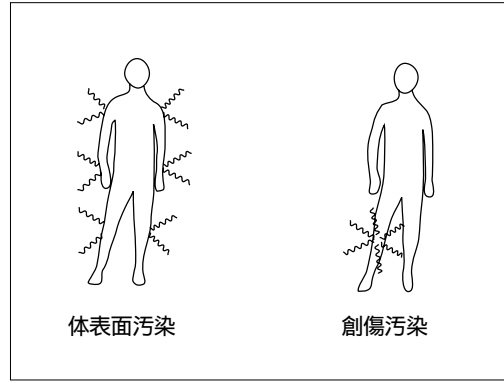


図2 汚染の形式

検体の搬送手順を整えておく。
 ことが必要である。

2. 診療に役立つ放射線の基礎知識

1) 被ばくおよび汚染の形式

汚染や被ばくを伴う患者の診療を行う場合、まず放射線被ばくおよび汚染の形式を理解しておくことが大切である。被ばくは外部被ばくおよび内部被ばくの2つに大きく分けられる(図1)。汚染には体表面汚染と創傷汚染、および体内汚染がある(図2, 3)。

放射線による被ばくおよび汚染の形式は緊急被ばく医療において汚染対応の必要性の有無、線量評価の方法、治療方針の選択などに根本的にかかわってくるため重要である。

被ばくの形式は基本的には放射線を出すもの、すなわち放射性物質や放射線発生装置などと人体との位置関係で分類する。

放射線を出すものと人体とが離れている場合は、被ばくは空間を飛んできた放射線が人体を通り抜けることにより起こり、これを外部被ばくと言う。イメージとしてはX線による胸部撮影が外部被ばくに相当する。外部被ばくのみであれば、汚染対策の必要はなく、通常の診療と同じように患者を診療することができる。ただ、通常の診療と異なる点は全身被ばくか局所被ばくかを判定しかつ被ばく線量の評価を行うことである。放射線事故による死亡例のほとんどは高線量全身被ばく例である。外部被ばく事故の代表例は放射線

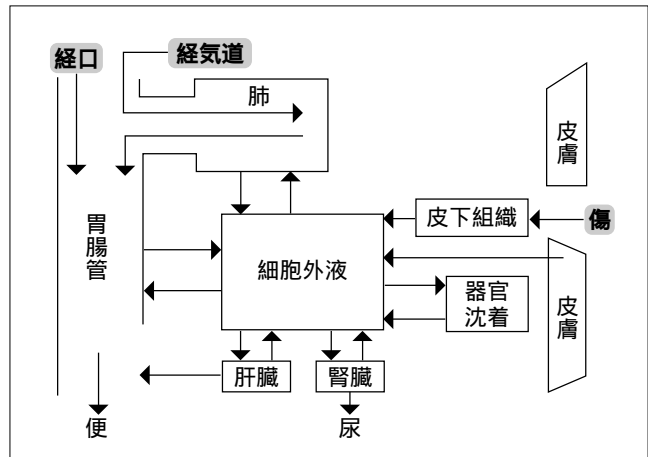


図3 体内汚染の主な経路と代謝

発生装置や工業用線源、非破壊検査用の線源による事故被ばくである。

外部被ばく以外はすべて放射性物質による汚染を伴う被ばくである。汚染が体表面や創傷にある場合と体内にある場合とに分けられる。つまり、放射性物質が体表面や創傷に付着している場合を体表面汚染、創傷汚染と言う。体内に放射性物質が入っている状態を体内汚染、体内に入った放射性物質から出される放射線で周囲の臓器や組織が被ばくすることを内部被ばくと呼んでいる。体内に放射性物質が取り込まれる主な経路は、吸入および嚥下により肺、消化管から吸収される経路と創傷部位から吸収される経路がある(図3)。まれな経路としては皮膚からの吸収がある。皮膚から吸収される代表的な放射性核種はトリチウム(^3H)である。体内に摂取された核種はそれぞれの核種の種類に応じて、特定の臓器や組織に沈着し、代謝により体外に排泄されるまで周囲の臓器や組織を被ばくし続ける(表1)。

表1 放射性核種の体内動態

核種	放出される主な放射線	物理学的半減期	実効半減期	核種が蓄積する器官、組織
コバルト60	β, γ	5.2年	10日	全身
ストロンチウム90	β (娘核種)	28年	15年	骨
セシウム137	β, γ (娘核種)	30年	70日	全身
プルトニウム239	α, γ	2.4×10^4 年	197年	骨, 肝
ヨウ素131	β, γ (娘核種)	8日	8日	甲状腺
ウラン235	α, γ (娘核種)	7.1×10^8 年	15日	腎
ウラン238	α, γ (娘核種)	4.5×10^9 年	15日	腎
天然ウラン	α, β, γ	4.5×10^9 年	15日	腎

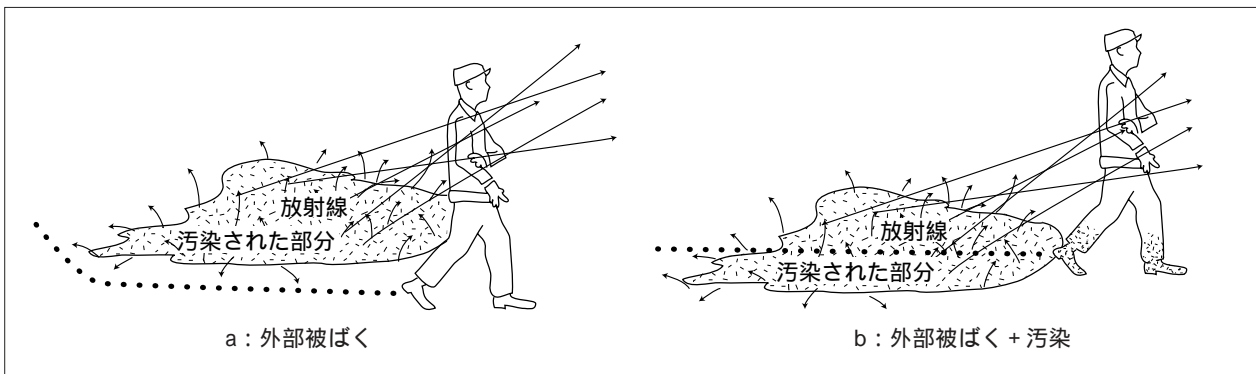


図4 汚染と被ばくの違い

2) 汚染と被ばくの違い

緊急被ばく医療にかかわる医療関係者にまず理解しておいてほしいのは、汚染と被ばくは違うということである。厳密に言うと汚染と外部被ばくとの違いである。何が違うかという点、汚染を伴った患者と外部被ばくを伴った患者との違いは医療機関での準備、対応が大きく異なるのである。

汚染に関して説明すると、汚染とは放射性物質が患者の衣服や手足、顔面、頭髪部などに付着している状態である。放射性物質が除去されずに患者に付着したままであると、その放射性物質からは α 線（アルファ線）や β 線（ベータ線）、 γ 線（ガンマ線）などの放射線が出されるため、汚染患者およびその患者の処置にあたる医療関係者はそれらの放射線で被ばくする。ただし、 α 線による被ばくは、空中の飛距離が数cm以下であるため体内に入らないかぎり問題とはならない。

一方、外部被ばくを伴った患者は、医療機関で診療を受けるときはすでに被ばくは終わっており、汚染対策

はまったく必要がない。問題は被ばく線量の大小と被ばくの範囲が全身被ばくか局所被ばくかの区別である。

図4のaでは人は汚染した床面を踏まずに歩いているため外部被ばくのみであるが、bでは汚染した床面を踏んで歩いたため、外部被ばく以外に靴やズボンの下に放射性物質が付着し汚染を伴っている。

3. 緊急被ばく医療を行うために何が必要か

緊急被ばく医療を行うには汚染を伴った患者の対応ができ、線量評価の手順が確立されなければならない。そのためには以下の項目に関する準備が必要となる。

1) 設備

通常の救急外来処置室があればほとんどの患者への対応が可能となる。特別な除染設備や無菌治療室や無菌手術室は必ずしもすべての被ばく医療機関に必要ではない。その理由は、緊急被ばく医療における除染の

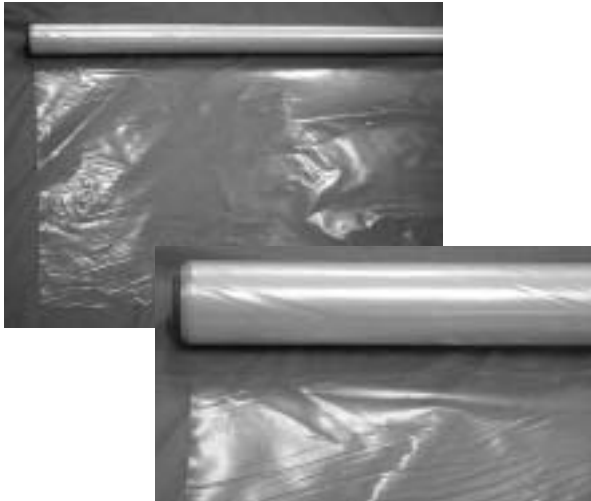


図5 酢酸ビニールシート

基本は事故現場での脱衣と処置室での拭き取りだからである。ただし、創傷部位や眼などは洗浄を行うが、膿盆や大き目のビニール袋に洗浄水を受け、ポリバケツなどにためて管理できるため、初期、二次を問わず、必ずしもすべての被ばく医療機関に除染室や除染に使用した洗浄水をためるための大きなタンクを準備する必要はない。

また、無菌治療室は高線量被ばく患者の重症感染症対策に際し必要となる。ところが、このような高線量の全身被ばくはきわめてまれな事故であるため、緊急被ばく医療のための無菌治療室は全国で数か所の医療機関が有していればよい。ただし、大規模再処理施設が稼動し始めれば、わが国に少なくとも1か所は汚染と化学熱傷を伴った高線量被ばく患者に対する無菌治療室や無菌手術室を有する医療機関は必要であろう。

また線量評価のために、被ばく医療機関が新たに設備や機器を整備することは効率がよくない。なぜなら線量評価のための設備や機器を医療機関で通常使用することはないためである。このため、線量評価に関して専門性を必要とする、染色体異常分析や電子スピニング共鳴法による測定、放射性核種の同定、分析および尿中、便中の放射性核種の同定、分析、さらには精密な体外計測、事故の再構成によるシミュレーション計算などに関してはすでにこれらを実施できる設備、機器がある放射線医学総合研究所（放医研）、広島大学などの三次被ばく医療機関を中心にネットワークを形成し、まれな症例に対応することが実際的で実効性も保

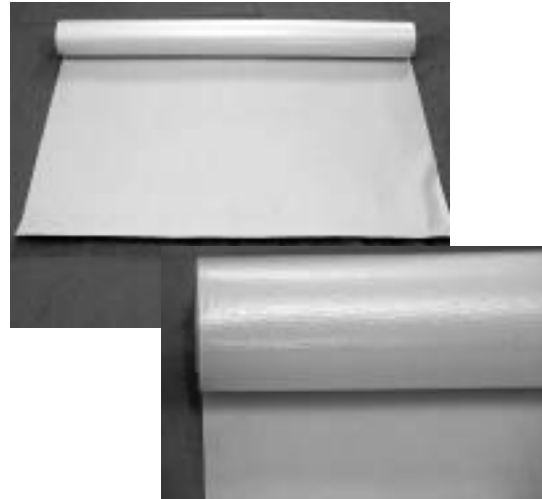


図6 ろ紙シート

たれる。なお、体外計測以外は患者の血液や尿、便などの検体を検査のできる施設へ送ることにより測定が可能となる。

2) 汚染拡大防止のための資機材の準備

主に汚染拡大防止を行うところは、外来処置室である。処置室の床、壁面の下方、インターホーン、受話器などを防護する。資機材として、酢酸ビニールシート（図5）、ビニール、ろ紙シート（図6）などを準備する。そのほか、シートなどを固定するテープ類、そのほかいわゆるトラロープも人の出入りを制限するために必要となる。

3) 医療関係者の汚染、被ばくを防護する資機材の準備

靴袋（シューズカバー）、上下手術着、撥水性手術ガウン、滅菌手術用ゴム手袋、ポリエチレン手袋、手術用マスク、手術用帽子、シールドマスク、テープ類、アラーム付個人線量計（図7）を準備する。

4) 放射線測定機器の整備

緊急被ばく医療を実施する医療機関で汚染、被ばく患者を診療するうえで、最低限必要な放射線測定機器は、

1. 個人線量計（できればアラーム付電子個人線量計）：2～3個。
2. GMサーベイメータ（「基礎編第2章 放射線測定」



図7 アラーム付個人線量計

図9を参照): 2～3台。

である。個人線量計とGMサーベイメータは校正などのメンテナンスを年に1回行う必要がある。

5) 処置室の決定、患者の移動経路の設定

汚染を伴う患者を処置するための外来処置室を設定する。

他の患者と動線を分ける。患者の入り口から外来処置室への経路は最も短い動線が望ましい。

6) 被ばく患者診療マニュアルの作成

まれな症例に適切に対応するため、初期被ばく医療機関、二次被ばく医療機関において、汚染を伴う患者の取り扱いに関するマニュアルを準備すべきである。さらに、実際の線量評価の進め方に関するマニュアルも作成するとよい。

7) 医療関係者に対する放射線教育

汚染、被ばくした患者やそれらに外傷などの救急疾患を合併した患者の診療を行うには、医療関係者は以

下の知識を持っていることが望ましい。すなわち、放射線の性質、単位、放射線の人体影響、被ばくおよび汚染の形式、過去に起こった放射線事故の医療概要、被ばくの診断と治療、線量評価の基本、緊急被ばく医療の手順、汚染管理の概要などについての知識である。さらに、外傷に汚染を伴った患者の処置やGMサーベイメータによる汚染測定技術も身につけておくべきである。

緊急被ばく医療を実施するために必要な知識や技術を既存の医学教育では習得する機会がほとんどないため、それらの研修、教育が必要となる。また緊急被ばく医療の症例はきわめてまれなため、医療関係者は定期的に研修を行わないと患者の処置方法などを忘れてしまい、いざというときに役に立たなくなっていることが心配される。あるいは担当者が入り替わることもあるため、少なくとも年に一度の訓練と研修は必要である。

8) 患者の受け入れおよび処置に関する訓練

汚染に骨折あるいは熱傷などの外傷を合併している患者の受け入れ、取り扱いに関し具体的な訓練を行うことにより、医療関係者がストレスを受けることなく汚染患者に対応できるようにする。

9) 緊急被ばく医療に関する新しい知見の入手

緊急被ばく医療に関する基本的な知識や技術はそう急には変わらないが、治療法、計測技術、線量評価の研究などは年月を経るとともに進歩している。したがって、緊急被ばく医療に関する新しい知見の入手が必要となる。放射線事故医療研究会や拡大フォーラムの会報、さらには放医研や原子力安全研究協会(原安協)のホームページ^{*1}は参考になるとと思われる。

10) 院内体制の整備

汚染や被ばくを伴う患者を関係者がストレスなく円滑に診療するために、医療機関は汚染拡大防止の基礎的な知識と技術に関し教育・訓練を受けた救急医療担当医や看護師、診療放射線技師などによる緊急被ばく

*1 放医研のホームページ: <http://www.nirs.go.jp/>
原安協のホームページ: <http://www.nsr.or.jp/>