速報

X線検出器(イメージングプレート)の放射能汚染に対する効果的な除染方法の提案

西原貞光・林 裕晃

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部

論文受付
2011年5月20日論文受理
2011年6月7日

Code No. 890

はじめに

2011年3月に起こった東日本大震災によって、多くの住民が被災すると同時に、多くの施設が被害に見舞われた。さらに福島第一原子力発電所の事故によって、関東東北地方の広範囲に放射性同位元素(以下、RI)が飛散した。各都道府県別のRIの飛散状況は、首相官邸のホームページで一般向けに公開されている¹⁾。このような広範囲に飛散するRIは、キセノン等の希ガスや揮発性のヨウ素、セシウム(Cs)の同位体である²⁾。それらの化学的性質を考慮すると、医療施設等のX線撮影室まで拡散していることが想定される。最終的に原発事故が収束し、新たなRIの放出がなくなった時点で問題となるのは、半減期が長い¹³⁴Cs(2年)と¹³⁷Cs(30年)であると考えられる。したがって、これらの核種による汚染があった場合には抜本的な解決をしなければならない。

同3月18日の時点で、メーカ側から「FCR画像に

黒点が発生する件」という報告がなされるとともに、現在でもいくつかの病院において同様の現象が発生している。そこで、「CRを用いた環境モニタリング調査研究班」が本学会において設置され、全国で60施設以上が協力・対処している。この研究班の目的は、臨床の現場で利用しているイメージングプレート(IP)を使って、RIの飛散状況をモニタリングすることであると考えられる。

一方、各施設において実際に黒点が発生した場合、メーカ側はカセットやIPなどをクリーニングするとともにIPを一時消去するように、ホームページ上で勧めている³⁾。しかし、どの程度のクリーニングで良いのか、その効果はどのくらいなのか、という具体的なことについては議論されていない。診療の妨げとなる不要な画像情報を速やかに除去し、安定した画像の供給が可能となるようにすることが、診療放射線技師としての責務であると考えられる。

Effective Method for Decontaminating Radioactive X-ray Detectors (Imaging Plates)

Sadamitsu Nishihara and Hiroaki Hayashi

Institute of Health Biosciences, The University of Tokushima Graduate School

Received May 20, 2011; Revision accepted June 7, 2011; Code No. 890

Summary

Several hospitals have been observing black spots in medical images, and the radioisotopes (RIs) that cause the spots needs to be removed from the X-ray receptors. Our purpose is to show a flowchart for finding out under which conditions an imaging plate (IP) and other parts (for example, the cassette) are contaminated by RIs and to propose an effective method to remove them. The procedure follows. (1) Is RI activity low? (2) Are the surfaces of other parts contaminated? (3) Is the surface of the IP contaminated? (4) Are the insides of the other parts contaminated? To remove the adhered RIs, we applied a wipe test method using a wet type of chemical wiper. A certain hospital that observed black spots experimented with this method. As a result, the contaminated condition of the X-ray receptor was identified. In addition, we were able to remove the RIs from the IP. Therefore, our procedure is very effective for decontaminating adhered RIs from receptors.

Key words: X-ray detector, imaging plate, radioactive decontamination, wet-type of chemical wiper

別刷資料請求先: 〒770-8509 徳島県徳島市蔵本町3-18-15

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部医用画像情報科学分野 西原貞光 宛

Fig. 1 Flowchart to find out the conditions of an imaging plate (IP) and other parts (for example, the cassette)

実際に臨床現場で黒点が発生した場合、早急かつ効率的に解決することが望ましい。そこでわれわれは、黒点が発生したときの具体的な除染のための手順(流れ)と、市販の化学雑巾を使った簡易的かつ効果的な除染方法を提案した。また、この方法を実際に適用し、その除染効果を確認できたので速報として事例報告を行う。

1. 使用機器・器具

化学雑巾：クイックルワイパー・ウェットシート(花王)
デジタル画像システム：FCR5501plus(富士フィルム社)

2. 提案する方法

黒点が発生したとき、どこの部分にどういう状況でRIが付着しているかを、次の流れに沿って判断する。同様に、そのフローチャートをFig. 1に示す。ここに記載する項目は、基本的にカセットタイプでもビルトインタイプでも対応可能である。カセットタイプというのは、従来の増感紙フィルム系と同じように、それ自体が持ち運び可能なものを指す。またビルトインタイプについては、複数のIPを内蔵し、従来のフィルムチェンジャと同じような仕組みを持つものを

指す。

この除染方法を実施するにあたって、一応、メーカー側にウェットタイプのクイックルワイパーを使用して支障がないかどうかを確認しておくことを勧める。

2-1 低濃度のRIであるかどうかを確認する

黒点が出たIPを、臨床で採用している読み取りモードで処理する。そのとき、「2回連続」して読み取る。この理由は、「もし低濃度のRIであるなら、露光時間がほとんどない2枚目には黒点が出ない」ことに基づく。

2-2 再現性を確認する

受像器を通常状態で約12時間保管した後、同じ処理を実施する。同じ位置に黒点が発生するかどうかを確認することで、再現性が判断できる。

2-3 受像器上にRIが付着しているかどうかを確認する

カセット(ビルトインタイプであれば装置の表面)を化学雑巾で清掃した後、通常状態のまま約12時間保管し処理する。受像器内やIPに直接RIが付着している場合では、黒点の位置や大きさ、濃度などに再

Fig. 2 Comparison of images of a contaminated IP (a) and decontaminated one (b). The samples are based on the same IP, which was used for FCR5501. The exposure times were about 12 and 15 hours for (a) and (b), respectively.

現性のあることが予想される。

2-4 受像器内部に RI が入り込んでいるかどうかを確認する

カセットから IP を取り出し(または装置表面を外して)、IP をクイックルワイパーで清掃する。清掃後、12 時間程度保管して同処理を実施する。IP に RI が付着していた場合、黒点が消失するか、他の場所に移動するという現象が見られる可能性が高い。

ここまでの段階を実施した後においても黒点が発生する場合には、カセット内(装置内)の裏側に RI が付着していると考えられる。

ここで示す方法は、除染法を伝えるとともに、どの部分が汚染しているかを調査することに重点を置いている。したがって、この通りに検証した場合、除染作業は少なくとも 2、3 日必要となる。一方、緊急性を重視して除染業務を第一とするときには、上記のことをすべて一度に実施するべきである。

3. 結果と考察

今回提案する確認方法のどの段階においても、想定外のことが起こったときには次のステップへ進んではいけない。例えば、2-1 による検査で高濃度の RI で汚染していることが判明した場合、今回提案したようなウェットタイプの化学雑巾を用いて清掃すると、汚染個所を広げるだけの結果となる可能性が高い。したがって、この状態であると判断されるときには、施設内に設置された放射線管理部門のスタッフに相談し、早急な対処を検討することが必要である。

流れに沿って、どの状況で RI の汚染が起こっているかを確認するが、2-3 および 2-4 で除染に使う器具は、ウェットタイプの化学雑巾(クイックルワイパー)である。林らは RI の付着した床面を化学雑巾で清掃し、その拭き取り効率を検討した⁴⁾。その結果、ドライタイプのクイックルワイパーでは 1 往復で 3% 程度しか拭き取ることができなかったが、ウェットタイプ

を用いたときには 1 回で約 60% も拭き取ることができたと報告している。今回、汚染物質と想定している Cs はアルカリ金属であり、天然には一価の陽イオンとして存在し、希ガス状態の電子配置を取っていると考えられる⁵⁾。本手法で使用したウェットタイプの化学雑巾は水溶性の元素の除染に向いているので、特に Cs の除染に適している。

除染後には、除染された RI が化学雑巾に付着する。管理区域外への持ち出し基準となる表面密度限度は、 β 線放出核種では 40 Bq/cm^2 であることを考慮し廃棄の判断を行う⁶⁾。なお具体的な対処法については、放射線管理部門のスタッフに確認することを勧める。最終的に、カセット内または装置内の裏側等が汚染している場合には、メーカーや検出器の形式(カセットタイプかビルトインタイプかなど)によって、除染を試みることができる場合やできない場合が想定される。したがって、その状態であると判断されたときには、メーカーと相談することが重要と考える。

各ステップにおいて、RI による黒点が生じるかどうかの確認をするために約 12 時間保管することを提案している。この理由は以下のとおりである。

- ・黒点が生じる場合、その IP は、比較的長時間、未使用の状態が続いていたと考えられる。
- ・臨床の現場において、業務時間外(8 時 30 分～17 時以外)に検証することが望ましい。
- ・朝夕の 2 回(7 時 30 分～8 時 30 分)で確認すると効率が良い。

なお、約 12 時間に固執する必要はない。この時間よりも長くすることについては、露光時間を長くすることにつながるので、より黒点の発生状況を把握しやすくなると考える。

茨城県の一施設で実際に発生した黒点に対して、提案した方法を実施した。装置は富士フイルム社製の FCR5501plus(ビルトインタイプ)であり、4 月中旬に黒点が認められた。その画像の例を Fig. 2a に示す。画像の上半分に多くの黒点が認められる。そこ

で、メーカーにクイックルワイパー使用の確認をしたうえで、われわれの提案に沿って汚染の状況を確認した結果、内蔵された2枚のIP両方に直接RIが付着していると判断できた。また、除染後のクイックルワイパーに対して、ゲルマニウム半導体検出器を用いて分析をした結果、70×50 mmのクイックルワイパー全体で数BqのRI(^{134}Cs と ^{137}Cs)を含んでいた。Fig. 2bに除染後の画像を示すが、除染の状態は目視で確認する限り、ほとんどが取り除かれているものと考えられる。またFig. 2に示す二つの画像を利用して除染効果を確認すると、その効果は90%以上であった。その後、黒点の再発は認められず、IPの表面に関しても何ら支障はないとのことである。現在、この除染効果を他の試料も含めて定量的に解析中である。

り、詳細については続報で提出する予定である。

おわりに

各施設において発生する可能性のある黒点について、その発生場所の解明とその除去法に関する提案を行った。さらに一施設において発生した黒点に対して本方法を実施した結果、除染効果は視覚的に有効であり、本手法の有効性が確認された。

謝 辞

鹿島労災病院放射線科の小沼洋治氏から黒点が確認できる画像を提供していただきました。また、除染効果の検証についてご協力いただきましたこと、感謝いたします。

参考文献

- 1) 首相官邸ホームページ。東日本大震災への対応, <http://www.kantei.go.jp/saigai/index.html>
- 2) 原子力施設等の防災対策について, 原子力安全委員会編, 昭和55年6月(平成22年8月一部改定)。
- 3) 富士フイルム株式会社。FCR画像に黒点が発生する現象について, http://fujifilm.jp/important/article_20110322.html
- 4) 林 裕晃, 石田佳幸, 柴田理尋。化学雑巾を用いた表面汚染検査の現状と他製品利用可能性の検討, 放射線安全管理学会第8回学術大会, 2009-12, 25。
- 5) 理化学辞典第5版。東京: 岩波書店, 1998。
- 6) 社団法人日本アイソトープ協会編。アイソトープ法令集(I) 2010年版。東京: 丸善株式会社, 2010。

図表の説明

Fig. 1 IPと付属の機器に対する汚染の状態と除染の方法を示すフローチャート

Fig. 2 汚染したIPと除染したIPの画像の比較

これらの画像はFCR5501で使われていた同じ番号のIPによる解析結果である。露光時間は12時間および15時間であった。