資料

論文受付
2018年9月2日

論文受理
2019年3月22日

Code No. 790

診断用 X 線防護衣の管理アプリケーションを用いた 管理体制の構築

磯邊 哲^{1,2} 木暮陽介¹ 池田裕貴¹ 芳士戸治義¹

¹ 順天堂大学医学部附属順天堂医院放射線部

² 順天堂大学大学院医学研究科放射線治療学講座

緒言

昨今、医療用途の放射線利用の増加に伴い、放射線診療従事者の職業被ばく防護が重要視されている^{1,2)}。そして、多くの放射線診療現場で使用している診断用 X 線防護衣(以下、防護衣)は、内部遮蔽材の劣化を外観から検知することが困難である。過去には内部遮蔽材の破損による被ばく事故の報告³⁾もあり、X 線透視を用いた定期的な点検で防護衣の品質管理を行うことは、放射線診療従事者の職業被ばく低減効果の担保に不可欠である。定期的に点検を実施し、防護衣の状態を把握することが、異常が発見された場合には適切な措置を講じることが、日本放射線技術学会放射線防護分科会より指針³⁾として示されている。個人被ばく管理と並び、防護衣管理は放射線安全管理担当者の責務である。

しかし、放射線診療業務の傍ら防護衣の品質管理を

行う負担は大きい。われわれは防護衣点検の管理アプリケーションを防護衣製造業者(株式会社保科製作所)と共同開発して、タブレット端末(以下、タブレット)を用いた効率的かつ効果的な防護衣点検記録の管理を開始した。また、以前は検査室や部署ごとで独自に管理されていた防護衣の品質管理および購入、廃棄に関する情報を一元管理する組織体制を構築した。

先行研究において、防護衣品質管理の必要性や点検方法^{4,5)}については報告されているが、防護衣点検記録の管理方法や管理組織体制に関する報告はない。防護衣点検の効率化、院内の防護衣を一元管理して情報公開する組織体制の構築を行ったので報告する。

Construction of Management System Using Application Software for X-ray Protective Clothing Management

Akira Isobe,^{1,2*} Yousuke Kogure,¹ Hiroki Ikeda,¹ and Haruyoshi Houshito¹

¹ Department of Radiology, Juntendo University Hospital

² Department of Radiation Oncology, Graduate School of Medicine, Juntendo University

Received September 2, 2018; Revision accepted March 22, 2019

Code No. 790

Summary

We jointly developed dedicated application with protective clothing manufacturers for the purpose of improving the diagnostic X-ray protective clothing inspection record and visualization of quality control. Also, we clearly distributed roles and responsibilities for managing protective clothing. Visualization of quality control could be realized by using a tablet as an inspection recording device. By establishing the criteria for unified X-ray protective clothing inspection, we were able to establish the X-ray protective clothing update procedure.

Key words: X-ray protective clothing, quick response code, tablet personal computer, management system

*Corresponding author

Fig. 1 QR code attached to various types of X-ray protective clothing.

1. 方法

1-1 防護衣管理用アプリケーション開発の立案

機動性に優れたタブレット (iPad, Apple 社) を用いて防護衣点検記録を管理するための管理アプリケーションの開発を立案した。開発目的は、点検記録作業の「効率化」および点検記録の「見える化」である。管理アプリケーション内に防護衣情報をデータベースとして登録しておき、タブレットの quick response code (以下、QR コード) スキャン機能により対象の防護衣記録を入出力して、記録管理および結果表示を実現する機能を設計し、株式会社保科製作所 (以下、保科製作所) へ専用の管理アプリケーション開発依頼を行った。

1-2 防護衣情報の収集・管理 ID および QR コードの付帯

防護衣管理の対象は、当院にて保有する各種防護衣 (エプロンタイプ、コートタイプ、ネックタイプ) すべてとした。院内すべての防護衣を一元管理するために、個々の製品情報を収集して、管理用の identification (以下、管理 ID) を割り当てた。収集項目は、点検後の報告書作成や個体の識別等の品質管理作業を考慮して、製品番号、設置場所、色、形状、使用開始年月、鉛当量、販売業者とした。各防護衣の個体識別を簡略化するために、管理 ID として 7 桁の数字を使用した。院内での配置場所について上 2 桁で建屋を示し、次の 2 桁でフロアを示した。下 3 桁で防護衣の個体を示すことで、製造業者ごとの不規則な製造番号から院内設置場所に関連した管理 ID による個体識別が可能となった。管理アプリケーションでは、タブレットの

QR コードスキャン機能を用いて個体識別を行うため、製品番号と管理 ID を関連付けた QR コードを作成し、Fig. 1 のように各種防護衣に付帯した。

コートタイプおよびエプロンタイプには、防護衣の表面保護材と同素材で ID ホルダー (保科製作所) を作成して、市販のインクおよびポリエステルフィルムを用いて QR コードを付帯した。目視による管理 ID の確認も可能にするため、ID ホルダーには名刺サイズのカード挿入部を作成した。管理 ID を印刷したカードを作成して挿入することで、目視確認も可能である。ネックタイプには市販インクおよびポリエステルフィルムを用いて直接 QR コードを付帯した。

1-3 管理組織体制の構築

従来、当院には防護衣を組織的に管理する体制は存在していなかった。検査室や部署ごとで独自に管理されていた防護衣情報を一元管理するため、既存の組織に防護衣管理の役割、責任を分配し組織的に管理する体制を構築した。係わる組織および担当者を下記に示す。

- ・放射線安全委員会；Radiation safety commission (以下、安全委員会)

放射線障害の防止に関する重要事項を審議するために法令で設置が定められた院内組織。

新規購入から点検・廃棄等の防護衣に係わる防護衣管理状況は、すべて放射線安全委員会へ報告し、承認を得ることとした。

- ・放射線管理室；Radiation control room (以下、管理室)

放射線障害の防止に関する業務を行う院内組織。

Fig. 2 Protective clothing management organization chart and flow (new installation).

Fig. 3 Protective clothing management organization chart and flow (inspection).

防護衣情報に関する連絡窓口とした。他部署からの新規購入・廃棄報告および、点検時期の周知文書・結果報告書の配布業務を担当した。

・放射線部機器管理委員会；Equipment committee in department of radiology (以下、機器委員会)
放射線機器および周辺機器を管理する放射線部の内部組織。

委員は管理室からの情報を受け、実際に新規・廃棄防護衣の情報収集作業を担当した。定期点検時は点検担当者からの点検結果を収集した。責任者は管理アプリケーションの管理者として防護衣情報の一元管理を行い、点検結果報告書等の公開用文書を作成し、管理

室へ報告した。

・点検担当者；Inspector in department of radiology
放射線部所属の診療放射線技師。

X線透視装置を用いて、院内すべての防護衣点検を分担して実施した。

・防護衣所有部署(以下、各部署)

手術部、内視鏡室、血管撮影室、病棟等防護衣を所有している各部署

防護衣の新規購入・廃棄の際には管理室へ連絡することを定めた。

Figure 2～4に防護衣管理の組織図およびフロー図を示す。

Fig. 4 Protective clothing management organization chart and flow (disposal).

The image shows a tablet screen displaying the '定期点検 点検情報登録' (Regular Inspection Inspection Information Registration) screen. The screen has a dark header with a back arrow, the title, and the time '8:41' and battery level '74%'.

Below the header, there is a instruction: '下記の点検項目に必要な情報を入力してください。入力完了したら〔完了〕をタップしてください。' (Please input the necessary information for the inspection items below. When input is complete, tap [Complete]).

The form contains the following fields:

- 管理番号 (Management Number):** 0202007
- 最終検査日 (Final Inspection Date):** 2018/04/26
- 所属 (Affiliation):** B棟2F CT・一般・透視
- 点検者1 (Inspector 1):** 磯邊 哲 (dropdown menu)
- 点検者2 (Inspector 2):** (empty dropdown menu)
- 状況 (Status):** 経過観察 (dropdown menu)
- 点検画像 (Inspection Image):** A small photo of a person in a protective suit and a camera icon.
- 備考 (Remarks):** A large text area for additional notes.
- 完了 (Complete):** A button at the bottom.

Fig. 5 Inspection record input screen.

2. 結果

2-1 管理アプリケーションを用いた点検記録の概要

立案した管理アプリケーションは保科製作所によって開発され、所有権は保科製作所が保有している。利用する際は、保科製作所ホームページから無料でタブレットへのダウンロードが可能である。管理アプリケーションは、タブレットの優れた機動性に加え、QRコードスキャン機能による個体識別が点検記録作業の「効率化」を可能にした。定期点検記録の登録画面をFig. 5に示す。

1-2で収集した防護衣情報を管理アプリケーションへ登録することで、データベース管理が可能となり、QRコードスキャン作業のみで防護衣を個体識別する。QRコードスキャンを行うと、Fig. 5のように防護衣は個体識別され、点検日も自動入力される。点検

者は前回値記憶機能を採用しているため、同じ点検者であれば再入力の必要はない。管理アプリケーションとタブレットを用いることにより、検査室にて点検実施と同時に点検結果を記録することが可能となった。加えて、点検にて防護衣に損傷を認めた場合、タブレットのカメラ機能を利用して損傷の場所および程度を記録するための画像を取得する機能も搭載した。点検時のX線透視画面をタブレットで撮影し、点検記録に損傷部の画像を紐付けて管理することも可能となった。

定期点検結果の記録入力に費やす時間は、防護衣1枚当たり平均 2.8 ± 0.9 秒、損傷を認めた場合は損傷部の画像取得作業を含めて平均 7.2 ± 1.2 秒であった。

1号館5F 手術室 X線防護衣点検報告書

所属	管理ID	検査日付	状況	次回検査月	備考
1号館5F OPE室	0105001	2018/4/21	経過観察	2018年10月	A領域 左ポケット下 ピンホール
1号館5F OPE室	0105002	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105003	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105004	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105005	2018/4/21	経過観察	2018年10月	A領域 左頸部 5mmスリット
1号館5F OPE室	0105006	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105007	2018/4/21	経過観察	2018年10月	B領域 右腹部 10mmスリット
1号館5F OPE室	0105008	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105009	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105010	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105011	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105012	2018/4/21	経過観察	2018年10月	B領域 左胸部 20mmスリット
1号館5F OPE室	0105013	2018/4/21	異常なし	2018年10月	
1号館5F OPE室	0105014	2018/4/21	使用禁止	2018年10月	A領域 頸部 10mm亀裂
1号館5F OPE室	0105015	2018/4/21	異常なし	2018年10月	

Fig. 6 An example of inspection result report.

2-2 新たな管理体制による運用

防護衣の新規購入および廃棄の際には、当該部署から管理室へ直接届出することを確認したため、防護衣の購入、廃棄情報を随時更新することが可能となった。個人所有の防護衣も同様に対応した。更新情報は管理アプリケーションに登録され、定期点検時には点検担当者へ伝達される (Fig. 2, 4)。

定期点検の頻度は半年に1度として、点検予定月の2週間前より管理室から点検スケジュール調整の依頼を防護衣所有の各部署、および放射線部点検担当者へ通知して日程調整を行った (Fig. 3)。あらかじめ点検担当者や日程を決めて、放射線部所属の診療放射線技師全員で点検を分担したことで、特定のスタッフへ点検作業の負担が集中することを予防できた。計5台のタブレットを機器委員会委員へ配布し、点検担当者と連携して点検を実施し、随時結果を記録した。400件を超える点検であったが、タブレットの順番待ちによる遅延はなかった。点検終了後、機器委員会責任者がタブレットを回収し、点検記録を管理者用タブレットへ集約することで、すべての点検結果を一元管理することが可能となった。

2-3 点検結果の報告・公開用資料の作成

管理アプリケーションを用いた点検記録の運用を開始した2018年の防護衣点検の結果を下記に示す。

X線防護衣定期点検実施報告
2018年

点検月	対象	実施	異常無	経過観察	使用禁止	未実施
4月	424	382	358	23	1	42
10月	455	437	414	22	1	18

10月のsummary

- ・判定基準により、1枚が使用禁止となった。
- ・新規購入分(放射線部、内視鏡室)31枚追加。
- ・点検実施率は上昇(90.1%→96.0%)

Fig. 7 Publication material.

・4月(点検対象 424 件)

異常無：358 件，経過観察：23 件，使用禁止：1 件

・10月(点検対象 455 件)

異常無：437 件，経過観察：22 件，使用禁止：1 件

また、以前は部署ごとに紙台帳やスプレッドシートにて個別管理されていた点検記録を管理アプリケーションで一元管理することに変更したため、管理アプリケーション内の記録を抽出して点検結果報告書 (Fig. 6) を作成し、各部署へ配布することとした。また、点検の実施率や廃棄対象等、院内すべての点検状況を報告するための資料 (Fig. 7) 作成も開始した。放射線安全委員会への報告および、医療法に基づく医療監視や病院機能評価等の第三者評価の審査時に防護衣管理の状況を公開する資料として使用している。

3. 考 察

3-1 タブレット採用による利点

点検記録媒体としてタブレットを用いたことは防護衣管理を飛躍的に改善させたと考えている。QRコードスキャン機能による個体識別能力は、点検結果を検査室等の現場で表示することを可能にした。点検結果と検査時の画像は紐付いており、同時表示が可能である。点検履歴に加え、損傷部の把握も可能となり、品質管理の「見える化」を実現した。点検を担当する診療放射線技師は日常業務の合間に防護衣点検を実施す

ることが要求されるため、点検記録入力作業の効率化にタブレットのカメラ機能を利用する利点は大きい。通常、X線装置から画像を出力する際には Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) 規格に準拠した画像ファイルで出力することが一般的である。この場合、操作手順や出力媒体が必要となる。しかし、タブレットのカメラ機能の利用により、点検に使用した装置の仕様にかかわらず、防護衣の点検画像を効率的に取得することが可能となった。

3-2 点検判定基準の制定

防護衣の点検を組織的に実施し、結果を公開するために、統一した点検の判定基準を制定した。防護衣の損傷サイズと防護能力に関する報告^{5,6)}を参考に、防護衣の損傷位置、損傷形状およびサイズによるリスクを考慮した判定基準を定めた。まず、人体の重要臓器を遮蔽している場所；A領域と、それ以外の場所；B領域を区分⁷⁾した。具体的には、コート、エプロンおよびネックタイプについて、防護衣の正中から左右10 cmの領域をA領域、正中から10 cm以上外側をB領域と定義した。更に損傷形状を下記のように定義した。

- ・ピンホール：直径2 mm以下のホール状の損傷
- ・スリット：完全に断裂していない損傷
- ・亀裂：完全に断裂した損傷

点検結果は3段階（異常なし、経過観察、使用禁止）として、合理的に達成可能な限り低い被ばく線量（ALARA）を遵守する理念のもと、ピンホールおよびスリット損傷は、実害はない⁵⁾が将来的な損傷拡大のリスクを考慮して経過観察とした。Lambertらの報告⁶⁾によると、コートおよびエプロンタイプにおいて、重要組織の遮蔽領域は15 mm²以上、その他は670 mm²以上の断裂を防護衣の廃棄基準として推奨している。更に甲状腺部については11 mm²以上の断裂を廃棄基準として推奨している。当院では安全側かつ周知を図る目的で、すべての形状の防護衣について統一した基準を制定した。A領域の亀裂は10 mm以上、B領域の亀裂は50 mm以上が当院の使用禁止基準である。Figure 8に当院の使用禁止基準（エプロンタイプ）を示す。

Figure 8は1-3にて、当院の放射線安全委員会に承認された。

点検の判定基準を統一したことで、基準を超えた防護衣には使用禁止勧告書を配布し、院内の資材供給部門へ防護衣の廃棄・代替を要請する手順が確立した。当院の防護衣点検手順は、国際病院機能評価に対応し

The rejection criteria

Approved by Juntendo Hospital Radiation Safety Commission

Fig. 8 Criteria for prohibiting the use of X-ray protective clothing.

た防護衣点検手順⁸⁾と同等以上の手順を確立できたと考えている。

3-3 今後の課題

運用を開始した管理方法において、5-10%の防護衣が点検未実施となることを経験した。原因としては、点検時の回収不備、無報告の廃棄等が考えられる。今後の課題として、連続して未点検の防護衣には警告を出して所在を追跡することを検討している。また、点検の必要性や管理組織体制の啓発活動を継続し、情報の一元化への周知を図り、放射線診療従事者が使用するすべての防護衣の安全性を担保することが目標である。そして、今後は点検データを蓄積していくことで、検査室ごとの使用状況に応じた防護衣耐用年数を推定できる可能性もあると考えている。

4. 結 語

共同開発した管理アプリケーションを使用して防護衣点検記録の管理を開始し、院内すべての防護衣を管理するための組織体制を構築した。タブレットの利便性を取り入れた新たな管理方法は、防護衣点検記録の「効率化」と品質管理の「見える化」を実現することができた。防護衣情報の一元管理を目的とした組織体制の構築は、継続的な防護衣情報の更新および管理を可能にした。

謝 辞

本研究にて使用した診断用 X 線防護衣の管理アプリケーション開発へ、全面的にご協力いただいた保科

製作所ご担当者の皆様、およびいつも防護衣点検作業にご理解いただいている順天堂医院放射線部の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Le Heron J, Padovani R, Smith I, et al. Radiation protection of medical staff. *Eur J Radiol* 2010; 76(1): 20-23.
- 2) Schueler BA. Operator shielding: how and why. *Tech Vasc Interv Radiol* 2010; 13(3): 167-171.
- 3) 放射線防護分科会. 診断用 X 線防護衣に関する指針. *日放技学誌* 2000; 56(4): 556-557.
- 4) Oyar O, Kışlalıoğlu A. How protective are the lead aprons we use against ionizing radiation? *Diagn Interv Radiol* 2012; 18(2): 147-152.
- 5) 福永 愛, 福居壽人, 赤川拓也, 他. 当院における診断用 X 線防護衣の保守管理と遮蔽シートの破損による防護能力の低下について. *徳島赤十字病医誌* 2014; 19(1): 122-127.
- 6) Lambert K, McKeon T. Inspection of lead aprons: criteria for rejection. *Health Phys* 2001; 80(5 Suppl): S67-69.
- 7) Stam W, Pillay M. Inspection of lead aprons: a practical rejection model. *Health Phys* 2008; 95(Suppl 2): S133-136.
- 8) Michel R, Zorn MJ. Implementation of an X-ray radiation protective equipment inspection program. *Health Phys* 2002; 82(2 Suppl): S51-53.

問合せ先

〒113-8431 文京区本郷 3-1-3
順天堂大学医学部附属順天堂医院放射線部 磯邊 哲